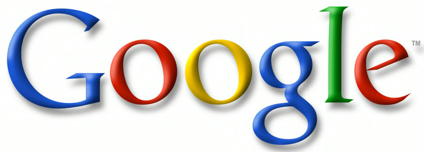
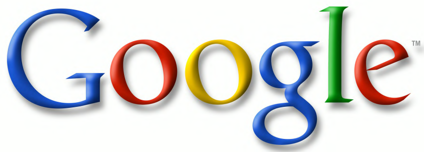






ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

La commission n'entend pas, par l'insertion des documents, assumer la responsabilité des théories qui y sont émises.

Extrait de l'article 16 du Règlement d'ordre et d'attributions de la Commission des Annales des travaux publics.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

DE BELGIQUE.

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES, INDUSTRIELS OU ADMINISTRATIFS,
CONCERNANT L'ART DES CONSTRUCTIONS, LES VOIES DE COMMUNICATION
ET L'INDUSTRIE MINÉRALE.

TOME XXII.



BRUXELLES,
B. J. VANDOOREN, CHAUSSÉE DE WAVRE, 25.

1864.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

MINES.

NOTICE

SUR L'EMPLOI DU MANOMÈTRE

COMME INDICATEUR DE L'AÉRAGE DANS LES MINES,

PAR

MM. C. HAMAL & G. SCHORN,

INGÉNIEURS DES MINES.

Appelés dans le courant de l'année 1863 à faire des expériences sur l'application du manomètre multiplicateur de M. De Vaux, inspecteur général des mines, comme indicateur de l'aérage, nous croyons devoir rapporter ici les résultats que nous avons obtenus.

Quoique tout le monde connaisse le but que se proposait M. De Vaux en inventant les appareils auxquels il a donné le nom d'indicateurs de l'aérage, il ne sera pas inutile de le rappeler en quelques mots : la circulation de l'air dans une mine est réglée en raison du nombre d'ouvriers, ou de la quantité de divers gaz délétères qui se dégagent dans les travaux. Lorsque plusieurs chantiers sont en activité, cha-

cun d'eux reçoit un courant d'air spécial. Il est d'une haute importance que toute modification accidentellement survenue à cet état de choses soit immédiatement reconnue, afin qu'elle ne puisse, en se continuant, donner lieu à des accidents; jusqu'ici on n'a eu recours, dans ce but, qu'à des moyens peu efficaces, puisque les surveillants qui parcourent les travaux ne peuvent constater l'état de l'aérage que par ce qu'ils voient, ou par l'impression qu'ils ressentent. Or, il peut arriver qu'un courant d'air ait faibli notablement sans que le surveillant s'en aperçoive, et sans qu'il y ait danger dans le moment même, tandis qu'à un autre moment donné, le courant ainsi modifié pourra être devenu tout-à-fait insuffisant. On a cherché, à diverses époques, à combler cette lacune en établissant un contrôle mécanique, pour ainsi dire, de l'état de l'aérage.

M. De Vaux proposa d'abord d'installer à demeure dans la mine un appareil dont les mouvements, concordant avec les variations de la dépression de l'air dans le puits d'aérage, déterminaient à une certaine limite le jeu d'un appareil d'alarme composé d'une détente et d'une sonnette. Tout changement important dans l'état de la ventilation était ainsi signalé, et on pouvait s'occuper d'en rechercher les causes et d'y porter remède.

M. de Simony, ingénieur au corps des mines, fit plus tard l'application de la même idée; il remplaça seulement la sonnette de l'appareil d'alarme par un sifflet ajusté sur une chaudière à vapeur, et qui fonctionnait lorsqu'un robinet, mu par l'indicateur, livrait passage à la vapeur.

Les exploitants eux-mêmes fixèrent leur attention sur cette question. M. Delsaux, ingénieur de la Compagnie des charbonnages belges, chercha à atteindre le même but en adaptant à la machine motrice du ventilateur un pendule cônique qui, en cas de ralentissement considérable dans la marche de cette machine, avertissait du danger en mettant en mouvement une sonnette.

Enfin, dans une notice récente, l'un de nous recherche, en vue du même résultat, les moyens de simplifier et de mieux préciser l'observation directe de la vitesse des courants d'air.

L'intérêt qui se rattache à cette question ne fait donc plus de doute; est-on arrivé à une solution pratique? C'est ce que nous ne pouvons assurer, mais il est permis de croire que ces tentatives successives conduiront à un résultat, et que l'on arrivera, soit par un moyen, soit par un autre, à établir un contrôle sérieux en cette matière qui intéresse à un si haut point la sécurité des ouvriers, et la conservation des exploitations.

Plusieurs appareils, dont chacun se recommande par des propriétés spéciales, ont été proposés par M. De Vaux dans le but que nous venons d'indiquer; tous reposent sur la même base, l'observation des dépressions, mais la disposition de l'appareil, et la manière d'en faire usage ont subi diverses modifications : au manomètre multiplicateur à cloche ont succédé le manomètre dit à poids variable, et le manomètre à flotteur et à cadran. Quant à la manière de s'en servir, on obtiendrait incontestablement les indications les plus sûres et les plus précises en plaçant un appareil spécial dans chaque branche du courant d'air; on pourrait ainsi vérifier sur place l'état de l'aérage, et, un changement survenant, il serait facile d'en découvrir la cause; mais cette disposition nécessiterait une installation assez compliquée et assez difficile à entretenir; de plus, pour surveiller l'ensemble de la ventilation, il faudrait diverses observations en des points différents.

En plaçant l'appareil, soit à l'accrochage, soit même au jour, l'installation devient extrêmement simple, et il suffit d'un coup d'œil pour se rendre compte, d'une manière générale, de l'état de l'aérage.

C'est sur un appareil disposé de cette manière que nous avons opéré. Nos expériences ont eu pour but principal de

constater jusqu'à quel point les prévisions théoriques se réaliseraient dans la pratique, et dans quelle mesure l'observation de l'indicateur, placé à demeure à l'accrochage, pourrait rendre compte des changements qui se produiraient dans la ventilation, soit par l'ouverture d'une porte d'aérage, soit par un ralentissement ou une accélération dans la marche du ventilateur.

L'appareil dont nous nous sommes servi est celui qu'a décrit M. De Vaux dans les *Annales des travaux publics*, tome XX, page 166. Il se compose d'une caisse rectangulaire en zinc, divisée en deux compartiments, dont l'un communique avec l'air ambiant, tandis que l'autre peut à volonté être mis en communication, au moyen d'un tuyau en caoutchouc, avec de l'air à une tension différente. Un flotteur placé dans le premier de ces compartiments suit les mouvements de l'eau dont la caisse est à moitié remplie, et les transmet, au moyen d'un fil et d'une poulie, à une aiguille calée sur l'axe de celle-ci, et se mouvant sur un cadran dont la circonférence est divisée en trente parties que nous appellerons degrés. Chaque degré est divisé lui-même en quatre parties égales; on peut lire avec toute facilité les indications de l'aiguille à moins de un huitième de degré près. L'appareil avait été construit sur des dimensions telles qu'une révolution entière de l'aiguille, soit trente degrés, correspondît à une variation de dépression de trente millimètres, mais nous avons constaté, en comparant les indications de l'appareil avec celles d'un petit manomètre ordinaire ajusté sur la caisse, qu'il n'en était pas exactement ainsi, et que trente degrés correspondaient à vingt huit millimètres seulement, ce qui donne : $1° = 0^{mm},933$.

Dans presque toutes nos expériences, nous nous sommes placés dans une des galeries qui relient à divers niveaux le puits d'extraction au puits d'aérage, et dans lesquelles se trouvent des portes, au nombre de deux ou trois. L'appareil était installé près d'une de ces portes, du côté du puits

d'extraction, et le tuyau de communication adapté sur un trou pratiqué dans la porte; nous avions soin de choisir la porte dont la fermeture était le plus hermétique; les autres portes restaient ouvertes. Nous observions ainsi la différence des dépressions existant dans le puits d'aérage et dans le puits d'extraction au niveau où nous nous trouvions.

Nous avons en outre cherché à évaluer l'influence exercée sur le volume de l'air et sur la manière dont il se distribue par les conditions dans lesquelles se trouvent les diverses parties de la conduite, puits ou galeries.

De nombreux jaugeages ont dû être effectués dans le cours de ces expériences, et c'est là que se présentait la plus grande difficulté. En effet, parmi les moyens employés jusqu'à présent pour déterminer la vitesse des courants d'air, aucun n'est complétement satisfaisant. Nous nous sommes arrêtés à l'emploi des corps volatils et odorants, faisant office de flotteurs; nous avons choisi dans ce but l'éther acétique, à cause de sa rapide volatilisation et de son odeur pénétrante et facile à saisir. Afin d'arriver à la plus grande précision possible, nous renfermions quelques gouttes de ce liquide dans de petites fioles bien bouchées et cachetées, ou même scellées à la lampe; en brisant ces fioles à un moment donné, l'éther était mis en liberté, et se répandait presque instantanément dans le courant.

Nous avons aussi opéré au moyen de la fumée de la poudre, mais ce système, qui, d'ailleurs, ne pourrait pas toujours être employé sans danger, présente tous les inconvénients du précédent; de plus, pour peu que la quantité de poudre enflammée soit trop forte, le passage de la fumée a lieu pendant un temps très-considérable, et il devient impossible de prendre une moyenne satisfaisante; une autre cause d'inexactitude de ce procédé est l'impulsion donnée à la fumée par la déflagration de la poudre. (1)

(1) Cette impulsion, ou, dans le procédé précédent, la vitesse de propagation spontanée des odeurs, semblent devoir conduire à un résultat exagéré. On ne

Restaient ensuite les anémomètres, qui ont le grand avantage de permettre la détermination exacte de la section où l'on opère; après avoir essayé l'emploi de celui de ces appareils qui est le plus usité, l'anémomètre à ailettes de M. Combes, nous avons reconnu qu'il fallait nécessairement déterminer sa formule à peu près chaque fois qu'on s'en servait; en effet, nous l'avons vu rester immobile dans un courant d'air dont la vitesse, déterminée à l'éther, était égale à plus du double du terme invariable de la formule inscrite sur la boîte de l'appareil, tandis que, dans un courant plus rapide, la vitesse calculée était évidemment exagérée. Comme nous n'avions ni le loisir, ni les moyens de faire cette graduation, nous avons renoncé à l'emploi de l'anémomètre.

Nous ne nous dissimulons pas les chances d'erreur auxquelles nous exposait le système adopté pour la mesure des volumes d'air; cependant nous avons pu nous assurer, par diverses vérifications, que ces erreurs restaient en général enfermées dans d'étroites limites, et que, si nos expériences ne nous permettaient pas de faire des calculs précis, nous pouvions du moins en déduire approximativement quelques lois générales.

Diverses séries d'expériences ont eu lieu successivement aux fosses n° 7 du charbonnage de Belle Vue, à Dour, et n° 4 du charbonnage de la Grande Veine du bois d'Épinois, à Élouges. Une description sommaire des travaux d'exploitation en activité dans ces deux mines est nécessaire à l'in-

peut cependant rien affirmer à cet égard; indépendamment du temps qu'il faut pour percevoir les sensations, et pour lire sur une montre le nombre de secondes écoulées; on peut se demander si l'évaporation des liquides odorants est instantanée, et si elle n'est pas influencée par les conditions physiques et hygrométriques du courant.

L'appareil de M. De Vaux, par sa grande sensibilité, nous paraît pouvoir servir de moyen de contrôle des diverses méthodes d'appréciation de la *vitesse moyenne* des courants d'air. Il suffit pour cela qu'il se trouve dans la mine une porte à guichet; un simple rétrécissement, pourvu qu'il présente une section quelque peu régulière, pourrait remplir le même but.

telligence de ce qui va suivre. Les coupes ci-jointes de ces travaux rendront nos explications plus claires.

Le puits d'extraction du siége n° 7 de Belle Vue (pl. I fig. 1) a atteint une profondeur de 435 mètres ; l'accrochage est établi au niveau de 430^m. Ce puits a un diamètre dans œuvre de 3^m,00 dans la partie supérieure, et de 2^m,70 seulement dans les cent derniers mètres.

Le puits d'aérage, servant également à la descente des ouvriers par les échelles, est composé de neuf *tourets* dont les diamètres varient de 1^m,50 à 2^m,50, et dont les axes ne se trouvent pas sur une même ligne verticale. Ils sont reliés entre eux par des galeries horizontales de diverses longueurs, et communiquent en différents points avec le puits d'extraction par d'anciennes galeries qui ont été conservées pour le service des puits ; elles sont fermées au moyen de deux portes.

L'appel de l'air est produit au jour par un ventilateur du système Fabry, mu par une machine de la force nominale de 13 chevaux ; les dimensions de cet appareil sont les suivantes :

Largeur	2^m,00
Rayon des ailes	1^m,70
Écartement des axes	2^m,00

Les couches exploitées par le puits n° 7, lors de nos visites, étaient le Longterne et la Grande Veine (laie du toit), toutes deux en dressant. La veine Longterne se trouve au nord du puits d'extraction ; elle a été coupée en pied, à une distance de 144^m du puits, par un bouveau au niveau de 430^m, servant au roulage et à l'entrée de l'air. Un bouveau de 153 mètres de longueur, au niveau de 392^m, sert au retour de l'air qui a circulé dans les chantiers d'abatage. La tranche comprise entre les deux bouveaux a 40^m environ de hauteur suivant l'inclinaison de la veine. Lors de nos visites, elle n'était exploitée que par une seule taille en gradins renversés, marchant vers le levant.

La Grande Veine a été atteinte par deux bouveaux de midi aux niveaux de 430 et 392 mètres, servant à l'entrée et à la sortie de l'air, et dont les longueurs respectives sont de 125 et 98 mètres. La veine était, comme le Longterne, exploitée par une seule taille au levant.

On continuait le percement de ces deux bouveaux vers le sud, dans le but de mettre en exploitation les veines Grande Chevalière, Petite Chevalière et Mouton, extraites jusqu'à présent par le puits n° 2 du même charbonnage. Une certaine quantité d'air frais était envoyée vers le front de ces bouveaux au moyen de tuyaux d'aérage en tôle de 0m,35 de diamètre. (Ces tuyaux sont généralement désignés sous le nom de *canars*). Une double conduite, d'une longueur de 120m environ, se trouvait dans le bouveau supérieur; une conduite unique, de 125m, dans le bouveau inférieur.

Le siége n° 4 de la Grande Veine du bois d'Épinois (pl. I fig. 2) se compose également d'un puits d'extraction et de tourets d'aérage servant à la descente des ouvriers. La profondeur du puits d'extraction était de 490m environ, son diamètre de 3m,00. Le diamètre moyen des tourets d'aérage est de 1m,80.

L'appel de l'air est déterminé par un ventilateur à ailes planes et à force centrifuge, de 3m,00 de diamètre, et 1m,25 de largeur. Une machine de la force nominale de 12 chevaux commande cet appareil par l'intermédiaire d'une courroie et de deux poulies dont les diamètres sont dans le rapport de 1 à 4.

L'extraction avait lieu, lors de nos visites, à deux niveaux différents (pl. I). On exploitait par un bouveau de midi, au niveau de 457m, la plateure de la Grande et de la Petite Laie de la Grande Veine; diverses tailles, marchant vers le levant, étaient en activité dans chacune des deux laies; l'air qui les avait parcourues revenait au puits aux échelles par un bouveau au niveau de 429 mètres. Au niveau de 488m, on exploitait par un bouveau nord les dressants des

couches Grande Laie et Longterne. Une seule taille était en activité dans chacune de ces veines, au levant dans la Grande Laie, au couchant dans le Longterne, mais il passait une certaine quantité d'air dans le chantier du couchant de la Grande Laie, momentanément inactif. Le retour de l'air se faisait par le niveau de 457^m, sauf pour une partie assez notable du courant provenant du Longterne, laquelle se rendait au niveau de 404^m par d'anciens travaux, mal bouchés, dans le même dressant de cette veine.

Une certaine quantité d'air était distraite du courant entrant pour l'approfondissement du puits d'aérage; elle était ramenée dans ce puits, entre les niveaux de 457 et 488 mètres, par un canar de 0^m,35 de diamètre, dont l'orifice était en partie bouché.

Voici la marche que nous avons suivie dans nos expériences:

Nous avons d'abord déterminé l'état habituel de l'aérage dans les conditions normales; nous avons ensuite étudié les phénomènes qui se produisaient lorsque nous faisions varier ces conditions, soit en donnant différentes vitesses au ventilateur, soit en opposant des obstacles à la circulation de l'air au moyen de portes à guichet placées en divers points des travaux.

Au puits n° 7 de Belle-Vue, deux portes avaient été placées, l'une dans le bouveau nord à 392^m, l'autre dans le bouveau sud au même niveau, chacune, par conséquent, sur le parcours de l'une des deux branches du courant. Les châssis de ces portes étaient reliés à la roche par une bonne maçonnerie, et présentaient une ouverture d'environ 1^m,10 de haut sur 0^m,90 de large; dans chaque porte était pratiquée une ouverture rectangulaire que l'on pouvait masquer plus ou moins au moyen d'un volet glissant dans des rainures horizontales. Les dimensions de ces guichets étaient les suivantes :

Pour la porte du bouveau nord : hauteur 0^m,55 largeur 0^m,32.
— — sud — 0 ,56 — 0 ,36.

Au puits n° 4 de la Grande Veine, ces portes étaient au nombre de trois : la première dans le bouveau sud à 329^{m}, la seconde dans le troussage levant de la Grande Laie en dressant, à 457^{m}, la troisième au même niveau dans le bouveau de recoupe par lequel le courant venant du Longterne retourne au puits d'aérage. Les châssis de ces portes, soigneusement reliés à la roche, présentaient une ouverture de 1^{m},15 de hauteur sur 0^{m},85 de largeur; dans chaque porte étaient pratiqués deux guichets de 0^{m},30 de hauteur sur 0^{m},40 de largeur.

Trois séries d'expériences ont été faites à chacun des puits que nous venons de décrire. Nous résumons les résultats obtenus dans les tableaux suivants :

Puits nº 7 de Belle-Vue : Expériences du 8 mai 1863.

TABLEAU A.

NIVEAUX où les expériences ont eu lieu.	DÉPRESSIONS EN EAU.	VOLUMES D'AIR DÉTERMINÉS (*a*).						OBSERVATIONS.
		DANS LE BOUVEAU NORD		DANS LE BOUVEAU SUD.		TOTAL.		
		à l'éther acétique.	à l'anémomètre.	à l'éther acétique.	à l'anémomètre.	à l'éther acétique.	à l'anémometre.	
Mètres.	Millimèt.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	(*a*) Le ventilateur faisant 25 à 26 tours par minute. (*b*) L'anémomètre ne marche pas; sa formule est : V=0.2076+0.0897 *n*, la vitesse constatée à l'éther = 0.42. (*c*) L'expérience n'a pas été faite.
430	5.83	0.857	» (*b*)	1.663	0.745	2.520	»	
392	6.53	1.300	» (*c*)	2.002	» (*c*)	3.302	»	
Au jour.	31.50	»	»	»	»	5,545	7.319	

Remarque. — Il serait assez difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante les différences que l'on remarque entre les résultats des jaugeages faits respectivement au niveau de 430^m et au niveau de 392^m. On ne peut les attribuer à des rentrées d'air, les expériences au niveau de 392^m ayant été faites de manière à ne pas comprendre dans les résultats obtenus les rentrées par les portes qui ferment les accrochages de 430 et 392^m. Nous croyons que ces différences peuvent être en partie réelles; on peut, en effet, s'en rendre compte jusqu'à un certain point si l'on réfléchit que l'air venant des tailles est échauffé, et contient divers gaz dégagés par les roches, par la respiration des hommes et des animaux, etc. D'un autre côté, il est probable que des erreurs ont pu être faites, surtout au niveau de 430^m, où, l'air étant plus froid, l'éther ne se volatilisait pas aussi rapidement. Enfin, il faut observer aussi que, dans une mine en activité, la ventilation subit des modifications continuelles; par conséquent, lorsque nous avons fait les expériences au niveau de 392^m, les volumes pouvaient fort bien ne plus être exactement les mêmes qu'auparavant. Nous pensons que chacune de ces causes a pu avoir sa part d'influence pour produire les différences observées.

Expériences du 17 mai 1863.

TABLEAU B.

Nombre de tours du ventilateur par minute.	VOLUMES OBSERVÉS. au jour.	VOLUMES OBSERVÉS. au niveau de 392m. 1° bouv. nord. 2° bouv. sud. 3° total.	DÉPRESSIONS OBSERVÉES au jour.	A L'ACCROCHAGE, A 392 MÈTRES en manœuvt la porte nord. 1	2	3	4	5	en mant. la porte sud. 1	2	3	5	d'aval en amont de la porte du bouv. nord. 2	3	OBSERVATIONS.
	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	millim.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
15 (b)	3,758	1° 0,882 2° 1,463 3° 2,345	8.63	2.10	2.33	2.57	2.80	3.08	2.10	2.33	2.80	»	0.70	(a) 1.63	1. Porte ouverte. 2. Porte fermée, guichet ouvert. 3. Porte fermée, guichet fermé à moitié. 4. Porte fermée, guichet fermé aux trois quarts. 5. Porte fermée, guichet fermé.
20	5,417	»	21.23	4.20	4.43	4.67	5.13	5.83	4.20	4.90	5.83	»	»	»	(a) Le volume, déterminé, au moyen de l'éther acétique, est dans ces conditions de 0m,501.
25	6,400	1° 1,489 2° 2,658 3° 4,147	26.25	5.83	6.53	7.00	7.46	8.46	5.83	6.77	7.93	(b) 10.50	»	»	
30	6,978	Mêmes résultats.	38.27	6.53	6.83	7.30	7.93	8.87	6.53	7.93	9.33	12.60 (b)	»	»	(b) Il se montre du grisou dans le bouveau sud à 392m.

Expériences du 11 juin 1863.

TABLEAU C.

NIVEAUX.	DÉPRESSIONS.	VOLUMES.	OBSERVATIONS.
	Millimètres.	Mètres cubes.	*(a)* Mesuré dans le bouveau du ventilateur. *(b)* Mesuré dans le tourel, immédiatement au-dessus du niveau indiqué. Le ventilateur fait 25 tours pendant ces expériences.
Au jour.	28.00	5.810 *(a)*	
à 92m.	19.13	5.606 *(b)*	
à 290.	8.87	4.312 *(b)*	

Puits n° 4 de la Grande Veine. Expériences du 17 septembre 1863.

TABLEAU D.

Nombre de tours par minute		DÉPRESSION		VOLUMES OBSERVÉS.			OBSERVATIONS.
de la machine.	du ventilateur.	au jour.	à 457m.	Bouveau nord. *(a)*	Bouveau sud. *(b)*	Approfondissement du puits d'aérage.	
		Millimètres.	Millimètres.	Mètres cubes.	Mètres cubes.	Mètres cubes.	*(a)* Bouveau de sortie. *(b)* Bouveau d'entrée d'air.
54	216	55.00	7.58	2.032	2.350	0.973	

Expériences du 27 septembre 1863.

TABLEAU **E.** *(La machine du ventilateur faisant 54 tours par minute.)*

EMPLACEMENT des PORTES A GUICHET.	DÉPRESSIONS OBSERVÉES A L'ACCROCHAGE DE 457 MÈTRES.					VOLUMES OBSERVÉS A 457m. 1° A L'ÉTHER ET 2° A LA POUDRE.				OBSERVATIONS.
						1		3		
	1	2	3	4	5	Bouv. N.	Bouv. S.	Bouv. N.	Bouv. S.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	m. cub.	m. cub.	m. cub.	m. cub.	1 Porte ouverte. 2 — fermée, ses deux guichets ouverts. 3 Porte fermée, un seul guichet ouvert. 4 — — — guichet ouvert à moitié. 5 Porte fermée, ses deux guichets fermés. (*a*) La porte du bouveau sud étant fermée, ainsi que ses deux guichets, la dépression croît de 16.68 à 17.62, et retombe brusquement à 14.00 ; en ouvrant la porte, elle est de 7.00. (*b*) Expériences faites après l'événement ci-dessus. (*c*) Expériences indécises, manœuvres mal faites. (*d*) La porte dans le troussage de la Grande-Laie est restée constamment fermée, ses guichets ouverts.
Bouv. sud à 429m (*a*)	10.38	10.96	12.60	14.41	16.68	1° 2.918	(*d*) 2.509	3.546	1.801	
Bouv. sud à 429m (*b*)	6.53	7.00	7.93	8.87	10.27	2° 2.846	2.587	3.631	2.753	
Troussage de la Grande-Laie, en droit à 457m.	»	(*c*) 5.83	»	(*c*) 7.23	»	»	»	»	»	
Bouveau de recoupe du Longterne à 457m.	5.13	5.25	5.36	5.60	5.95	»	»	»	»	

TABLEAU F.

NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE		DÉPRESSIONS.		VOLUMES OBSERVÉS dans le bouveau sud à 457m.		OBSERVATIONS.
de la machine.	du ventilateur.	au jour.	à 457m.	à l'éther.	a la poudre.	
		Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Mèt. cubes.	Le temps nous a manqué pour faire les mêmes expériences dans le bouveau nord, et au jour. Pendant ces expériences, la porte du troussage de la Grande-Laie reste ouverte.
29 1/3	117 1/3	48	4.87	1.594	1.801	
39 1/2	158	32	2.68	1.718	2.298	
50	200	50	3.97	2.360	2.959	
54	216	60 1/4	4.67	2.360	2.959	
59	236	70 1/2	5.96	2.588	3.188	

Expériences du 30 Juillet 1863.

TABLEAU G.

NIVEAUX.	DÉPRESSIONS.	VOLUMES. (*a*).	OBSERVATIONS.
	Millimètres.	Mètres cubes.	(*a*) La machine motrice du ventilateur fait par minute 54 tours, soit 216 tours du ventilateur. (*b*) A ce niveau, le puits d'aérage se divise en deux tourets; c'est sans doute par suite de cette circonstance qu'il y a eu erreur. (Le volume 6.673 étant évidemment trop fort.) (*c*) Volumes entrant dans les bouveaux d'extraction.
Au jour.	51.78	9.031	
à 90m.	38.36	6.310	
—183 »	23.41	6.310	
—336 »	14.00	(*b*) 6.673	
—457 »	5.60	(*c*) 2.393	
—488 »	»	(*c*) 2.793	
Volume total au fond.		5.186	

Remarque. — Dans nos expériences du 17 septembre, nous avons trouvé pour la costeresse levant de la Grande-Laie à 488m un volume de 1m³,015, et pour la costeresse couchant de la même veine, 0.793. En soustrayant ces chiffres du volume total 2.032, nous avons, par différence, pour le Longterne 0m,224, chiffre évidemment beaucoup trop faible. La raison en est probablement dans ce fait déjà signalé qu'une partie de l'air circulant dans le Longterne échappait au jaugeage fait au niveau de 457m. Entre nos expériences du 17, et celles du 27 septembre, des mesures efficaces ont été prises pour boucher les vieux travaux par où s'effectuait le retour de cette partie du courant ; aussi voyons-nous (tableau E) que le volume, au rebours des résultats indiqués plus haut (tableau D), est notablement plus fort dans le bouveau nord que dans le bouveau sud, ce que nous avions déjà constaté le 30 juillet (tableau G) ; ces dernières expériences concordent d'une manière assez remarquable avec celles du 27 septembre, surtout si on observe que ce dernier jour était un dimanche, et que, par conséquent, les volumes devaient être plus forts.

Il nous reste à discuter ces résultats, en les comparant à la théorie, et à en déduire les conséquences. Nous allons d'abord présenter quelques observations générales sur la circulation de l'air dans les mines.

Sous le rapport de l'aérage, on peut considérer une mine comme une conduite à deux branches parallèles, servant l'une à l'entrée, l'autre à la sortie de l'air, et dans lesquelles, par conséquent, les courants se dirigent en sens inverse l'un de l'autre. Le mouvement du fluide y est déterminé, soit par des moyens physiques, soit par des moyens mécaniques. Le premier cas, qui, du reste, devient fort rare, ne se présentait dans aucune des deux mines où nous avons opéré; nous devons cependant en dire quelques mots, parce que les phénomènes physiques interviennent toujours plus ou moins dans l'aérage produit par les moyens mécaniques. Au point de vue qui nous occupe, les deux procédés présentent cette différence entre eux que, dans une mine aérée par les moyens physiques, que le foyer d'appel soit situé au fond, ou qu'il se trouve au jour, au pied d'une cheminée, l'air ayant d'abord, à l'orifice d'entrée, une tension égale à celle de l'air extérieur se raréfie (1) de plus en plus jusqu'à un certain minimum de tension, et se condense ensuite graduellement jusqu'à ce qu'il soit revenu, à l'orifice de sortie, à sa tension primitive.

Dans les mines aérées mécaniquement, au contraire, la tension de l'air va toujours en décroissant depuis l'orifice d'entrée jusqu'à l'orifice de sortie; là, la différence de tension est brusquement rachetée par le travail du moteur (2). Si l'on considère la différence de tension, ou dépression, entre deux points correspondants de la conduite, on la

(1) Il est bien entendu que dans ces considérations nous ne tenons pas compte du poids du fluide sur lui-même, et que nous supposons la conduite horizontale sur tout son parcours.

(2) Toutefois, les deux méthodes peuvent être complétement assimilées si l'on considère l'action du ventilateur comme réduite à une zone excessivement restreinte.

trouvera à son maximum à l'orifice, elle sera nulle au point de jonction des deux branches, et ira toujours en croissant à mesure qu'on la prend plus loin de ce dernier point.

Ceci ne s'applique rigoureusement qu'au cas purement théorique où l'air conserverait la même température sur tout son parcours ; il est évident, en effet, que si l'air, arrivé à un certain point de la conduite, possède un maximum de température, et se refroidit ensuite, le décroissement de la dépression sera moins rapide qu'il ne devrait l'être, et pourra même se changer en un accroissement, si l'influence des causes physiques est assez prédominante. Cependant, dans la grande majorité des cas, ce que nous venons de dire reste vrai, les moyens mécaniques employés l'emportant de beaucoup en puissance sur les causes physiques.

Voyons comment progresse la dépression produite par un ventilateur. Elle est employée à vaincre deux sortes de résistances : la première, presque négligeable, et la seule utile, cependant, ou du moins la seule qui soit en rapport direct avec l'aérage obtenu, est l'inertie de la masse d'air à mettre en mouvement ; l'autre, qui absorbe généralement la plus forte partie du travail, est due aux obstacles de tout genre qui s'opposent à la circulation de l'air, frottement sur les parois, coudes, changements de section, etc. Il en résulte que la différence des tensions de l'air extérieur et de l'air en un point quelconque de la conduite sera toujours égale à la hauteur motrice nécessaire pour imprimer à l'air la vitesse qu'il possède en ce point, augmentée de la hauteur due aux résistances jusque-là concentrées ; la différence des tensions de l'air en deux points de la conduite, c'est-à-dire la dépression, telle qu'on la mesure ordinairement, est en raison des résistances opposées à la circulation de l'air sur le parcours de l'un de ces points à l'autre, et de la force vive du volume compris entre eux.

Dans la généralité des cas, les conditions de circulation de l'air dans les mines sont telles que les résistances les

plus fortes se présentent dans le puits d'aérage, soit à cause de son petit diamètre, soit à cause du grand volume d'air qui y passe, et dans les tailles, à cause de l'étranglement des passages. Par suite, la dépression la plus forte sera celle entre l'orifice et le pied du puits d'aérage, et la plus faible celle entre l'orifice et le pied du puits d'extraction, ce dernier puits étant généralement de plus grande dimension.

La partie de la dépression employée à vaincre les résistances passives est susceptible d'être diminuée dans de certaines limites, mais ne peut être complétement annulée; elle a en pratique une certaine relation avec l'effet produit, mais n'en a aucune en théorie, puisque, si l'on agrandit indéfiniment la section des conduites, le volume en circulation restant le même, la dépression decroîtra indéfiniment. Au contraire, les dimensions d'une conduite étant données, la dépression due aux résistances passives sera de même que la dépression utile, dans un certain rapport avec la vitesse et par suite avec le volume de l'air circulant dans la mine; et la dépression, prise entre deux points donnés, sera en raison de la vitesse de l'air dans la conduite. En effet, c'est la dépression qui produit et qui règle le mouvement de l'air, et, les conditions matérielles de la conduite restant les mêmes, le volume ne pourra changer que si la dépression change. Par contre, si les conditions matérielles viennent à changer, soit que certains éléments de résistance disparaissent, soit qu'il s'en introduise de nouveaux, le rapport entre la dépression et le volume ne sera plus le même; dans ce cas, si le volume reste constant, la dépression variera; si c'est le travail moteur qui reste constant, le volume et la dépression varieront à la fois, puisque leur produit représente le travail. La dépression sera donc, dans tous les cas, la mesure de l'effet produit par le ventilateur, et indiquera tout changement survenu dans la ventilation.

Ce que nous disons ici pour une conduite simple sera encore vrai pour une conduite ramifiée, et pour chacune

des ramifications. Dans ce cas, une variation des conditions matérielles de l'un des embranchements entraînera la modification de l'aérage dans tous, et le changement sera dénoncé par une variation de la dépression générale, qui leur est commune au point où ils se réunissent.

La partie de la dépression due aux résistances passives a de fâcheux effets, tant au point de vue du résultat obtenu qu'à celui du travail dépensé. Les puits et les galeries ne sont pas des conduites imperméables, tant s'en faut; des communications plus ou moins ouvertes existent toujours entre les deux branches; le puits d'extraction et le puits d'appel communiquent entre eux, non-seulement par des galeries plus ou moins bien bouchées, mais aussi par les fissures du terrain; quant aux galeries d'entrée et de sortie, elles ne sont en général séparées que par des remblais, qui laissent toujours des vides, quelque bien qu'ils soient serrés. Sous l'influence d'une dépression plus ou moins forte, des pertes d'air se font par ces diverses ouvertures, et il ne passe souvent au point de jonction des deux branches de la conduite, c'est-à-dire aux tailles, qu'une minime partie du volume appelé par le ventilateur; on sera donc dans les meilleures conditions d'aérage lorsque la dépression sera la plus faible, c'est-à-dire lorsque toutes les parties de la conduite auront la plus grande section possible. Tel n'est malheureusement pas le cas dans un grand nombre des mines du Couchant de Mons, où les puits d'aérage, creusés à une époque assez éloignée déjà, ont une section fort petite, rétrécie encore par la présence des échelles, et présentent des coudes nombreux.

En résumant ce qui précède, nous en tirons deux conséquences :

1° Les variations de la dépression, observées en un point quelconque de la mine, peuvent servir à indiquer les variations de l'aérage.

2°. Les pertes d'air qu'éprouve le courant dans sa mar-

che sont en général, et toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus grandes que le point où elles s'opèrent est plus rapproché de l'orifice de sortie du courant.

La première de ces conséquences rappelle le principe sur lequel repose l'usage de l'indicateur dont nous nous sommes servis; l'autre rappelle un sujet que nous avons dû traiter accessoirement, en regrettant que le manque de temps ne nous ait pas permis de faire quelques expériences supplémentaires qui étaient nécessaires pour compléter ce sujet.

Passons à la discussion par le calcul des résultats obtenus. Nous nous occuperons d'abord de la distribution de l'air, et de l'influence des portes régulatrices sur cette distribution.

Voyons dans quelle proportion l'air devait se répartir entre les différentes branches. Nous ne ferons ce calcul que pour le puits n° 7 du charbonnage de Belle Vue. Au puits n° 4 de la Grande Veine, les galeries présentent à la circulation de l'air des résistances de genres si divers que l'on ne pourrait espérer d'arriver par le calcul à un résultat même grossièrement approximatif.

Nous nous servions des formules rappelées par M. De Vaux dans sa notice précitée, savoir : pour les conduites cylindriques $H = \frac{Q^2 (L + 47 D)}{441000 D^5}$, dans laquelle L est la longueur, D le diamètre de la conduite, et Q le volume circulant sous une dépression H; pour les conduites prismatiques : $H = \frac{Q^2}{2\,560\,000} \times \frac{P L}{A^3}$, P étant le périmètre, A la section de la conduite, L, Q et H comme dans la première formule.

Au puits n° 7 de Belle Vue, le courant se divise en trois branches; calculons le volume qui devra passer dans chaque branche sous une dépression de $0^m,00653$, obtenue le 5 mai (v. tableau A), ou de $0^m,00583$, observée le 17 mai (tableau B).

La première branche se dirige vers le Longterne, et parcourt successivement :

1° Le bouveau nord à 430m, d'une longueur de	144m;	largeur	1.20	hauteur	1.70
2° La costeresse du Longterne	—	200	—	1.10	—	1.30
3° La taille id.	—	90	—	0.60	—	1.00
4° Le troussage id.	—	120	—	1.00	—	1.20
5° Le bouveau nord à 392m	—	153	—	1.50	—	1.90

En calculant séparément pour chacune de ces parties de la conduite la valeur du terme $\frac{PL}{A^3}$, et additionnant ces valeurs partielles, nous trouvons un chiffre de 2110.64; nous aurons donc : $Q = \sqrt{\frac{2560\,000\,H}{2110.64}}$, ce qui nous donne, en prenant la dépression 0.00653 un volume de 2.814 au lieu de 1.300, et en prenant 0.00583, un volume de 2.657 au lieu de 1.489 (voir respectivement les tableaux A et B).

La seconde branche se dirige vers la Grande Veine, et parcourt :

1° Le bouveau sud à 430m :	longueur	125,	largeur	1.20	hauteur	1.80
2° La costeresse de la Grande Veine	—	150	—	1.10	—	1.30
3° La taille id. id.	—	90	—	0.50	—	1.00
4° Le troussage id. id.	—	70	—	0.90	—	1.20
5° Le bouveau sud à 392m	—	98	—	1.50	—	1.90

En opérant comme ci-dessus, nous trouvons :

$\frac{PL}{A^3} = 2747.12$, et $Q = 2.467$ ou 2.331, suivant que nous prenons pour dépression $6^{mm},53$ ou 5.83.

Enfin, la troisième branche, servant à l'aérage des bouveaux, circule dans les conduites suivantes :

1° Un tuyau au niveau de 430m, longueur	125m	diamètre	0m35			
2° Le bouveau au même niveau	—	125	largeur	1.20	hauteur	1.80
3° Une cheminée dans le Moreau	—	40	—	1.50	—	0.80
4° Deux cours de tuyaux d'aérage	—	120	diamètre	0m,35		
5° Le bouveau au niveau de 392m	—	120	largeur	1.50	hauteur	1.90.

Nous trouvons ici $\frac{L + 47 D}{D^5} = 33442.86$, pour le passage de l'air dans les canars, et $\frac{P L}{A^3} = 221.19$, pour la circulation dans les parties prismatiques de la conduite. Nous obtenons pour valeur de Q $0^{m^3},293$ ou 0.277, suivant que nous prenons la dépression $6^{mm},53$ ou 5.83. Ces deux derniers volumes doivent être respectivement ajoutés à ceux trouvés pour l'exploitation de la Grande Veine.

En comparant ces volumes théoriques aux volumes déterminés par l'expérience, nous trouvons :

Pour les expériences du 5 mai (tableau A).

Au bouveau nord	(392^m)	volume théorique	2.814;	pratique	1.300
— sud	(id.)	—	—	2.760	—	2.002

Pour les expériences du 17 mai (B).

Au bouveau nord	(392)	volume théorique	2.657	pratique	1.489
— sud	(id.)	—	—	2.608	—	2.658

On voit que, d'après le calcul, le volume passant par le bouveau nord devrait être un peu plus fort que celui qui passe par le bouveau sud; c'est ce qui aurait lieu, en effet, puisque l'ouverture de la veine Longterne est plus grande que celle de la Grande Veine (laie du toit); mais, comme cette dernière, dégageant plus de grisou, réclame un plus grand volume d'air, on a placé vers l'extrémité du bouveau nord à 392^m une porte régulatrice qui absorbe une certaine partie de la dépression.

Quant à la différence qui existe entre les résultats du calcul et ceux des expériences du 5 mai, on se l'explique aisément en considérant que la présence des ouvriers dans les tailles, l'obstruction des voies par les produits de l'abatage, etc., créent des obstacles considérables à la circulation de l'air, sans qu'il soit possible d'en tenir compte dans les calculs. Au contraire, le 17 mai étant un dimanche, la

mine se trouvait lors de notre seconde série d'expériences dans des conditions beaucoup plus voisines de celles que nous avons admises pour le calcul; aussi l'expérience faite dans le bouveau sud nous donne-t-elle un volume qui se rapproche beaucoup du volume théorique.

Voyons quels devaient être, d'après le calcul, les changements apportés dans les volumes en circulation et dans leur dépression motrice par la fermeture des portes à guichet. Nous ne soumettrons pas au calcul tous les cas qui se sont présentés dans nos expériences; cela nous entraînerait trop loin, sans aucune utilité; nous nous bornerons à en étudier quelques-uns. Nous remplacerons dans ces calculs le coefficient $\frac{PL}{2\,560\,000\,A^5} = \frac{H}{Q^2}$ par des coefficients pratiques calculés d'après nos expériences, et exprimant les résistances rencontrées par les courants circulant respectivement dans la taille du Longterne, dans la Grande Veine, et dans les tourets d'aérage.

En prenant les chiffres obtenus le 17 mai (tableau B), pendant que le ventilateur faisait 25 tours par minute, nous arrivons aux coefficients suivants :

1° Pour le Longterne $\frac{H}{Q^2} = \frac{0.00583}{(1.489)^2} = 0.00\,263$

2° Pour la Grande Veine— $\frac{0.00583}{(2.658)^2} = 0.00\,082$

3° Pour le puits d'aérage— $\frac{0.02042}{(4.147)^2} = 0.00\,119$

Les chiffres obtenus à la vitesse de 15 tours par minute nous donnent respectivement :

0.00 270, 0.00 098, et 0.00 119, au lieu des trois coefficients ci-dessus.

Pour déterminer quels sont ceux de ces coefficients qui méritent le plus de confiance, appliquons les au calcul des volumes qui devaient circuler dans chacune des deux bran-

ches lorsque le ventilateur faisait 30 tours par minute, la dépression au niveau de 392^{m} étant de 0.00653. Le jaugeage direct dans ce cas (tableau B) nous a donné des résultats qui doivent être erronés, puisque nous obtenons des volumes de 1^{m3},489 et 2^{m3},658, comme à la vitesse de 25 tours.

En nous servant des coefficients 0.00263 et 0.00082, nous obtenons :

Pour le Longterne : 1^{m3},576, ou 0.087 en plus
Pour la Grande Veine : 2.822, ou 0.164 en plus

Les coefficients 0.00270 et 0.00098 donnent :

Pour le Longterne : 1.555, ou 0.066 en plus
Pour la Grande Veine : 2.581, ou 0.077 en moins,

ce qui n'est pas admissible. Nous nous en tiendrons donc aux coefficients 0.00263 et 0.00082.

Supposons le ventilateur marchant à sa vitesse normale de 25 tours par minute, et faisant passer sous une dépression de 5^{mm}.83 un volume de 1^{m3},489 par le bouveau nord, et 2^{m},658 par le bouveau sud, la dépression au jour étant de 26^{mm},25 pour un volume total de 4^{m3}147 passant dans les travaux intérieurs. Examinons ce qui va se passer, le travail moteur restant constant :

1° Si l'on ferme la porte du bouveau nord, son guichet restant ouvert;

2° Si l'on ferme la porte du bouveau sud, son guichet restant ouvert;

3° Si l'on ferme la porte nord, en fermant également son guichet;

4° Si l'on ferme la porte sud, en fermant son guichet.

Calculons le travail utile produit par le ventilateur pour aspirer 4^{m3},147 sous une dépression de 26^{mm},25; en réalité, c'est 6^{m3},100 que le ventilateur aspire sous cette dépression; mais on peut admettre pour un instant que, les

dépressions ne variant que dans des limites restreintes, le volume extrait au fond restera dans le même rapport avec celui qu'aspire le ventilateur; dans cette hypothèse (que nous reconnaîtrons bientôt n'être pas exacte), nous ne changerons rien au résultat en prenant le volume $4^{m^3},147$ au lieu de $6^{m^3}100$, puisque nous ne faisons que négliger un coefficient qui disparaîtrait dans la suite des opérations. Le travail ainsi calculé, qui est de 108.858 kilogrammètres, restera constant quel que soit l'état de la mine, et servira de base à nos calculs.

Appelons q_1 et q_2 les volumes partiels passant respectivement par les bouveaux nord et sud, et formant ensemble le volume Q; H la dépression correspondant à ces volumes q_1 et q_2; H' la dépression due à la circulation dans le puits aux échelles du volume Q. Nous pourrons toujours poser :

$$(1) \quad 1000\ Q\,(H + H') = 108.858$$

$$(2) \quad Q = q_1 + q_2$$

$$(3) \quad H' = 0.00119\ Q^2$$

1er *cas*. — La porte placée dans le bouveau nord est fermée, son guichet restant entièrement ouvert, ainsi que la porte du bouveau sud.

Nous aurons les équations :

(4) $q_1 = 0.176 \times 106 \sqrt{H - q_1^2 \times 0.00263}$ (en admettant que la vitesse de l'air correspondant à une hauteur motrice h soit exprimée par $106\sqrt{h}$),

et $$(5) \quad q_2 = \sqrt{\frac{H}{0.00082}}$$

La résolution des équations (1), (2), (3), (4), (5), nous donne :

$q_1 = 1^{m^3},138$ mètres cubes

$q_2 = 2.927$ —

$Q = 4.065$ —

$H = 0^m.00711$, $H + H' = 0^m,02677$

2ᵉ *cas.* — La porte du bouveau nord restant ouverte, l'autre étant fermée, son guichet ouvert, un calcul analogue donne :

$$q_1 = 1.997 \text{ mètres cubes}$$
$$q_2 = 1.865 \quad —$$
$$Q = 3.862 \quad —$$
$$H = 0^m,01044,\ H + H' = 0^m,02819$$

3ᵉ *cas.* — En annulant le courant qui traverse le bouveau nord, nous obtenons les résultats suivants :

$$Q = q_2 = 3^{m^3},783,\ H = 11^{mm},73,\ H + H' = 28^{mm}76$$

4ᵉ *cas.* — En annulant le courant du bouveau sud :

$$Q = q_1 = 3.054,\ H = 24^{mm},53,\ H + H' = 35.63$$

On voit que l'accroissement théorique de la dépression est notablement plus fort que l'accroissement observé, et que l'écart entre eux est d'autant plus grand que l'obstacle introduit opposait à la circulation une résistance plus grande. En effet, le calcul nous donne successivement des dépressions de $7^{mm},11$, $10^{mm},44$, 11.73, et 24.53, tandis que les dépressions observées dans la même situation de la mine ont été de 6.53, 6.77, 8.16, 10.50.

La principale, sinon l'unique cause de ces divergences se trouve, selon nous, dans une augmentation des pertes par rentrée d'air du puits d'extraction au puits d'aérage, augmentation qui n'est pas négligeable, contrairement à l'hypothèse que nous avions provisoirement admise. En effet, les erreurs croissent avec la dépression, et il doit évidemment en être de même des rentrées d'air. Si l'on pouvait tenir compte dans le calcul de l'augmentation des pertes, il en résulterait que la valeur de Q, et par conséquent la valeur de H, seraient plus faibles. Voici comment on pourrait introduire cet élément dans le calcul : si l'on connaissait les volumes Q, $Q + p_1$, $Q + p_1 + p_2$, etc., qui passent dans le puits d'aérage à divers niveaux, et les dépressions H, $H + h_1$, $H + h_1 + h_2$, etc., aux mêmes ni-

veaux, il est probable que p_1, p_2, etc., seraient proportionnels aux racines carrées de H, H $+ h_1$, etc., et h_1, h_2, etc., aux carrés de Q $+ p_1$, Q $+ p_1 + p_2$, etc. On pourrait ainsi, dans un état différent de la mine, calculer H′, H et $P = p_1 + p_2$, etc., en fonction de Q^2 et de Q, et déterminer les nouvelles valeurs de Q, de H et de H′. Malheureusement le nombre restreint des expériences que nous avons faites sur les volumes en circulation dans le puits d'aérage ne nous suffit pas pour calculer tous les coefficients nécessaires à ces déterminations. Nous nous abstiendrons donc d'entrer dans des calculs que nous ne pourrions établir que sur des suppositions plus ou moins hasardées, et qui, par conséquent, ne nous conduiraient à aucun résultat.

Nous allons examiner maintenant les pertes de travail qui se produisent dans l'aérage des mines, et chercher à déterminer les proportions dans lesquelles elles ont lieu. Nous avons peu de chose à en dire; ce sujet exigerait des expériences plus minutieuses que celles que nous avons eu occasion de faire.

Nous avons déjà parlé des pertes d'air dues aux filtrations à travers les remblais, à travers les portes des communications entre les deux puits, et à travers les massifs de terrains eux-mêmes qui les séparent. Abstraction faite de ces pertes, le volume pratique diffère encore notablement du volume théorique par suite des rentrées d'air auxquelles sont sujets les ventilateurs appartenant à la classe des pompes pneumatiques; quant aux ventilateurs à écoulement continu, comme leur théorie est encore assez obscure, il nous paraît impossible d'évaluer la différence entre le volume théorique et le volume pratiquement fourni par ces appareils.

Le ventilateur du puits n° 4 de la Grande Veine appartenant à ce dernier système, nous nous occuperons seulement du ventilateur du puits n° 7 de Belle Vue, qui, comme nous l'avons dit, est un ventilateur Fabry, à trois ailes,

et à deux axes. Nous trouvons, en employant la formule :

$Q = 2\,L\,(3.14\ R^2 - 3.45\ r^2)$, dans laquelle
R, rayon de l'aile = $1^m,70$
r, demi distance des axes = $1^m,00$
et L largeur de l'appareil = 2.00,

que le volume engendré par un tour du ventilateur est de $22^{m^3},512$, et le volume par seconde de $0.375 \times n$ mètres cubes, n étant le nombre de tours par minute.

Nous rassemblons dans le tableau suivant les volumes théoriques et effectifs, obtenus aux diverses vitesses du ventilateur employées pendant nos expériences et le rapport des pertes faites à la racine carrée des dépressions correspondantes.

Numéros des expériences.	Nombre de tours du ventilateur par minute.	VOLUMES théorique.	VOLUMES pratique.	PERTES.	DÉPRESSIONS	Rapport de la perte à la racine carrée de la dépression.
		Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	M. cub.	Millim.	
1	15	5.628	3.758	1.870	8.63	20.11
2	20	7.504	5.417	2.087	21.23	14.30
3	24 à 25	9.187	5.810	3.377	28.00	20.10
4	25	9.375	6.100	3.275	26.25	20.22
5	25	9.375	5.545	3.830	31.50	21.64
6	30	11.256	6.978	4.213	38.27	21.83

Les chiffres inscrits dans la septième colonne de ce tableau, et représentant les rapports des pertes aux racines carrées des dépressions, ne sont pas rigoureusement concordants. Cependant, si on en exclut le second (14.30), et qu'on prenne la moyenne arithmétique des autres (20.78), on voit que le rapport 21.83, qui s'écarte le plus de la moyenne, n'en diffère que d'une quantité assez faible, et

qu'il a suffi, pour produire l'écart, d'une erreur de 0^{m3},200 dans le jaugeage (erreur que l'on est exposé à commettre dans un courant rapide), ou d'une erreur d'un demi-tour dans l'observation de la vitesse du ventilateur.

Quant au rapport 14.30, obtenu à la vitesse de 20 tours par minute, il s'écarte beaucoup plus de la moyenne, ce qu'on peut attribuer, soit à une erreur de jaugeage (qui devrait s'élever à 0^{m3},800 environ), soit à ce que le ventilateur était animé d'une vitesse réelle de plus de 20 tours; ceci nous paraît beaucoup plus probable, car la dépression observée est également plus forte qu'elle ne semblerait devoir être; d'ailleurs, comme ces expériences prenaient beaucoup de temps, on ne pouvait pas toujours régler bien exactement la marche de la machine.

Il est bon de noter que les expériences n°s 1, 2, 4 et 6 ont été faites le même jour, et un dimanche, tandis que les n°s 3 et 5 proviennent chacune d'une journée différente; c'est ce qui explique comment, à vitesse égale de la machine, nous avons pu observer dans ces deux derniers cas un volume plus faible, en même temps qu'une dépression plus forte. En effet, la présence dans les travaux des ouvriers, des charbons abattus, etc., entrave l'aérage, et nous avons déjà eu l'occasion de faire remarquer que le dimanche le volume total circulant dans la mine était de près d'un tiers plus fort que les autres jours.

Nous ne nous occuperons pas des pertes par filtrations à travers les remblais, puisque nous manquons absolument de chiffres à cet égard. Quant aux pertes qui se produisent sur le parcours des puits, outre que nous n'avons pas à cet égard un nombre suffisant de données expérimentales, elles ne nous paraissent pas susceptibles d'être ramenées à une loi quelconque. Aussi ne nous en occuperons nous que pour faire ressortir le chiffre élevé que ces pertes peuvent atteindre. Il nous suffit pour cela de rappeler les résultats de quelques-unes de nos expériences.

D'après nos expériences du 5 mai 1863 (tableau A), le volume d'air, au puits n° 7, est de 5^{m^3},810, sous le ventilateur, et au niveau de 392^m, de 3.302, soit une perte de 43 % du volume total.

Le 17 mai (tableau B), nous avons trouvé :

NOMBRE de tours du ventilateur.	DÉPRESSIONS.	VOLUMES à 392^m.	VOLUMES au jour.	PERTES.
	Millimètres.	Mèt. cubes.	Mèt. cubes.	
15	8.63	2.345	3.758	1^{m^3},413, ou 38 %
25	26.25	4.147	6.100	1 ,753, ou 32 —
30	38.27	4.147	6.978	2 ,831, ou 41 —

On ne doit pas s'étonner que les pertes soient ici un peu moins grandes que lors des premières expériences ; en effet, les dépressions étant moins fortes, tant dans les travaux que dans les tourets, les filtrations devaient aussi être moins considérables.

Enfin, le 11 juin (tableau C), nous avons trouvé :

Au niveau de 290^m : 4^{m^3},312
— 92^m 5.606 ; perte : 1.294 ou 23 %.
Au jour 5.810 ; — 0.204 ou 3 ½ %.
Perte totale 1.498 ou 26 %.

A cette perte de 26 %, il faut ajouter celles qui se font par les portes d'aérage situées entre les deux puits aux niveaux de 430, 392 et 290 mètres, pertes que nous n'avons pas eu le temps de déterminer en détail, mais qui se trouvent comprises dans les évaluations antérieures.

La rentrée la plus considérable a lieu, comme le montrent les chiffres ci-dessus, entre les niveaux de 92 et de

290 mètres ; en effet, il existe à la profondeur d'environ 100 à 120 mètres une fissure qui fait communiquer le puits d'aérage au puits d'extraction ; elle n'est décelée que par un fort bruissement que l'on entend distinctement de vingt ou trente mètres de distance au moins, lorsqu'on se trouve dans la cage d'extraction. Toutes les recherches faites à diverses reprises pour découvrir cette crevasse sont restées sans résultats ; il est probable que la fuite se produit par un grand nombre de petites fissures, provenant de la dislocation du terrain. C'est du reste souvent la cause des principales pertes, surtout lorsque les deux puits sont trop rapprochés.

Les expériences faites au puits n° 4 de la Grande Veine, dans le but d'évaluer les pertes dues à ces rentrées d'air, nous ont donné le résultat suivant (tableau G) :

Au jour : volume	9.031 m. cubes,	sous une	dépress.	de	51^{mm},78
Au fond —	5.186	—	—	—	5.60
Perte	3.845 ou 43 °/₀.				

Nous n'insistons pas sur les autres chiffres obtenus dans la même série d'expériences ; ils ne nous paraissent pas suffisamment exacts.

Deux autres causes de perte de force encore sont la présence dans les puits d'aérage des échelles et des paliers en fer à claire-voie *(hourdages)* sur lesquels elles reposent, et les nombreux coudes, généralement un peu arrondis, qu'offrent la plupart des anciens puits d'aérage au Couchant de Mons.

Nous manquons de toute base un peu certaine pour évaluer l'influence de chacune de ces causes ; elle paraît cependant devoir être assez considérable. Prenons, par exemple, la partie du puits d'aérage du siége n° 7 de Belle Vue comprise entre la surface et le niveau de 92 mètres ; le diamètre dans cette partie est de 1^{m},60 ; le volume qui y circule est

de $5^{m^3},606$ (1), sous une dépression de $0^m,00887$ (2); la formule $H = \frac{Q^2 (L + 47 D)}{441\,000\, D^3}$, appliquée dans ces conditions, donne une hauteur motrice de $0^m,00114$ seulement. Cette grande augmentation de dépression (de $1^{mm},14$ à 8.87), est probablement causée pour la majeure partie par les échelles, par les paliers, et par les coudes, qui sont au nombre de cinq dans la partie que nous avons considérée.

Il nous reste à faire ressortir les conclusions que l'on peut tirer de nos expériences.

Quant à l'indicateur de l'aérage, nous avons vu qu'il a dénoté avec une grande sensibilité tout changement survenu dans l'état de la mine; chaque fois que l'on faisait varier l'ouverture d'une porte, l'aiguille marquait immédiatement l'augmentation ou la diminution de dépression qui en résultait; ces variations étaient toujours assez grandes pour être lues facilement, même lorsqu'elles correspondaient à une faible modification de l'état de la mine, et pour être distinguées des petites oscillations produites par les fluctuations habituelles de l'aérage.

Une observation que nous avons à faire au sujet de cet appareil, c'est qu'il est essentiel de vérifier toujours ses indications en faisant revenir l'aiguille au zéro, soit avant, soit après lecture; en effet, un mouvement un peu brusque de l'aiguille peut faire glisser le fil sur la poulie, ainsi que nous l'avons observé maintes fois; cela a surtout lieu lorsque l'on fait subitement tomber la pression à zéro. Nous avons même constaté une ou deux fois que, en laissant l'appareil en station pendant un temps un peu long, l'aiguille s'avançait progressivement, et a été jusqu'à marquer un degré

(1) Nous prenons le volume 5.606, constaté au niveau de 92^m, et non celui de 5.810, constaté au ventilateur, parce que dans ce dernier chiffre sont comprises les rentrées par les portes qui ferment au jour le puits d'aérage, tandis que, probablement, il ne se fait pas de rentrées dans la partie du puits comprise entre la surface et la profondeur de 92 mètres.

(2) Différence entre les dépressions $28^{mm},00$ au jour, et $19^{mm},13$ au niveau de 92 mètres.

environ de plus que la dépression réelle, ce dont nous nous sommes assurés en ouvrant le robinet qui intercepte la communication entre l'air ambiant et l'intérieur de la caisse.

Dans plus de cinquante expériences distinctes, aucune variation ne s'est produite dans la dépression indiquée par l'appareil sans une variation correspondante dans les conditions d'aérages, et l'effet en était tellement instantané que nous voyions marcher l'aiguille au moment même où l'on nous criait que l'on venait de fermer une porte, ou de modifier l'ouverture de son guichet. (1)

Les changements apportés à l'aérage par le ralentissement ou l'accélération de la marche du ventilateur se marquaient aussi très-promptement, plus promptement même que nous ne l'avions supposé; trois ou quatre minutes étaient en général un temps plus que suffisant pour que le nouveau régime fut complétement établi, ce qui se reconnaissait à ce que l'aiguille cessait son mouvement.

Quant aux faits constatés dans nos expériences, nous en tirons d'abord ce principe, bien connu de tout le monde, que l'aérage d'une mine, à dépense égale de travail, est d'autant meilleure que les galeries, et surtout les puits, sont de plus grande section, et de plus, que c'est une grave erreur de restreindre, comme on le fait souvent, les dimensions du puits d'appel, qui, rationnellement, doivent être plus grandes que celles du puits d'entrée d'air.

Nous en concluons en outre :

1° Que l'on ne saurait apporter trop de soin à la construction et à l'entretien des portes destinées à empêcher l'air de passer directement du puits d'extraction au puits d'appel, et que l'on doit réduire autant que possible le nombre des communications entre ces puits. C'est là, en effet, que se trouvent les plus grandes causes de perte d'air, surtout dans les communications les plus rapprochées de la sur-

(1) Une seule fois (voir le tableau E) la dépression indiquée par l'appareil a varié brusquement sans que nous ayons pu découvrir dans les travaux la cause de cette variation.

face à raison de l'accroissement de la dépression ; en outre, les portes, principalement vers le bas des puits, sont sujettes à s'ouvrir et à se déranger en cas d'explosion ; l'aérage se trouve ainsi amoindri au moment où il est le plus nécessaire. Des pertes notables proviennent également, dans la plupart des mines, de la dislocation des terrains du massif laissé entre les deux puits ; on parviendra, sinon à les éviter entièrement, au moins à les atténuer, en donnant à ce massif une épaisseur suffisante.

2° Que l'on se ferait illusion si l'on croyait, au moyen d'un ventilateur suffisamment fort, et d'une dépression suffisamment élevée, pouvoir augmenter d'une manière illimitée le volume d'air qui circule dans une mine, sans augmenter en même temps les sections des puits et des galeries. En effet, il existe pour chaque mine un maximum de dépression que l'on n'aurait pas d'avantage à dépasser, parce que l'excédant servirait presque uniquement à augmenter les filtrations d'air. Ce maximum est d'ailleurs d'autant plus élevé que les sections des puits et des galeries sont plus grandes, que les puits d'entrée et de sortie de l'air sont plus éloignés l'un de l'autre, et que les communications entre eux sont moins nombreuses et mieux bouchées. Nous faisons abstraction de l'inconvénient que présentent les fortes dépressions pour de petits puits servant à la descente des ouvriers au moyen des échelles.

3° Que les pompes pneumatiques, tout comme les autres ventilateurs, ne fonctionnent avantageusement que quand la dépression ne dépasse pas une certaine limite.

4° Que dans la plupart des cas, la majeure partie du travail dépensé par le ventilateur est absorbée par les résistances qu'oppose le puits d'aérage à la circulation de l'air.

En terminant ces pages, nous n'oublierons pas de remercier MM. Gilbert et J. Hecquet de l'obligeance avec laquelle ils ont mis à notre disposition les charbonnages qu'ils dirigent et de la bonne volonté qu'ils ont mise à prendre part à toutes nos expériences, qu'ils ont par là singulièrement facilitées.

MINES.

COUP D'ŒIL

SUR

L'EXPLOITATION DE LA HOUILLE EN ANGLETERRE

ET SUR

LES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS QUI Y ONT ÉTÉ INTRODUITS,

PAR

M. Guillaume LAMBERT,

INGÉNIEUR DES MINES.

Il y a une vingtaine d'années, chaque fois qu'un ingénieur du continent visitait quelques mines de houille en Angleterre, il voyait du nouveau et, à son retour, il avait toujours beaucoup de faits intéressants à signaler.

Aujourd'hui, il n'en est plus tout-à-fait ainsi; les nouveaux procédés se sont tellement généralisés que ce n'est plus que de loin en loin, en visitant les milliers de mines de houille que renferme l'Angleterre, que l'on parvient à découvrir quelque application nouvelle, réellement importante.

Richesse des gisements anglais.

L'opinion sur la richesse des dépôts houillers anglais est beaucoup moins vague qu'antérieurement.

D'une part, si l'on est bien convaincu qu'un épuisement complet des gîtes houillers n'est pas à craindre, pour les générations actuelles; d'autre part, aussi, on doit reconnaître que, dans certains bassins, les parties les plus riches

sont déjà enlevées, ou ont été si mal aménagées par des exploitations faites en vue de grands bénéfices momentanés, sans se préoccuper de l'avenir, qu'elles sont, aujourd'hui, considérées comme perdues.

Il y a dans les environs de Newcastle même, des étendues considérables de couches puissantes (2^m environ) qui ont été exploitées en laissant la majeure partie du charbon comme piliers, afin d'économiser le boisage et surtout pour ne pas causer de dommages à la surface. L'eau et le temps aidant, les terrains se sont affaissés, le charbon des piliers s'est écrasé, et aujourd'hui on reconnaît qu'il ne vaut pas l'extraction.

Les plaintes et les récriminations que font entendre chaque jour les ingénieurs des mines, les propriétaires du sol et le public en général, au sujet de ces cas d'exploitation imprévoyante, pour ne pas dire de gaspillage, prouvent assez que l'on commence à en ressentir les funestes effets.

Profondeur des puits.

La profondeur moyenne de l'exploitation ne s'est pas accrue aussi rapidement en Angleterre que sur le continent et notamment en Belgique, ainsi, tandis que cette profondeur est de 175 mètres environ pour la Grande-Bretagne, le Pays de Galles et l'Écosse, elle dépasse 350 mètres dans les mines du Hainaut. La différence entre les maximum est aussi très-grande, car alors que nous avons des puits percés jusqu'à mille mètres de profondeur (Charleroi), (1) on n'est pas descendu en Angleterre au-dessous de 650^m. (700 yards).

Câbles.

Les câbles en chanvre paraissent avoir fait leur temps en Angleterre; partout on les a remplacés par ceux en fil de

(1) Le puits dit Simon-Lambert des Viviers-Réunis, à Gilly, près de Charleroi, est parvenu à la profondeur de 1,040 mètres, sur un seul alignement vertical.

fer et parfois en fil d'acier, pour ces derniers on recommande instamment l'emploi de l'acier doux.

Ces câbles, pour le plus grand nombre sont plats ; on remarque cependant que pour les siéges d'extraction les plus récemment établis ils sont ronds. Ils s'enroulent, dans ce dernier cas, sur des tambours horizontaux, en bois, en fonte ou en tole de 4, 5 et même 6 mètres de diamètre.

Machines d'extraction.

Les machines d'extraction établies dans ces derniers temps sont aussi variées en Angleterre qu'en Belgique.

Elles sont généralement à action directe et équilibrées ou contrebalancées par des contre-poids à chaînes.

Il faut aussi signaler que parmi les plus nouvelles, on en voit un certain nombre à condensation.

Les soupapes du Cornouaille perfectionnées, ou les soupapes américaines y sont généralement employées au lieu des glissières pour la distribution de la vapeur.

J'ai revu là, sur plusieurs puits, les machines d'extraction avec bobines au-dessus, ou en l'air, établies en premier lieu au Flénu, il y a quelques années.

Quant aux machines d'épuisement, celles à balancier ont jusqu'ici prévalu et il est assez rare d'en rencontrer une à traction directe.

Chaudières à vapeur.

Pour économiser le combustible, les chaudières à vapeur sont généralement à foyer intérieur, d'une faible longueur, 6 à 10 mètres, et d'un grand diamètre 1m,50 à 2m,25.

Comme bien l'on pense, une semblable disposition donne lieu à de fréquents accidents, dès que l'on veut travailler à de hautes pressions. Ce fait seul doit suffire pour justifier l'emploi des chaudières américaines ou belges de dix mètres de longueur au minimum, et de 1m,50 de diamètre au maximum et sans foyer intérieur.

Exploitation et ventilation.

Les questions qui occupent actuellement le plus MM. les ingénieurs anglais, sont celles de la disposition des tailles et de la ventilation des travaux.

Aussi, ce sont précisément les deux points sur lesquels on est là le plus en retard.

Comparativement à l'exploitation belge, ce retard est d'une quinzaine d'années environ.

En ce qui concerne la disposition des tailles ou l'abatage du charbon, la grande différence qui existe entre le système belge et le système anglais consiste dans l'étendue du front de taille. Chaque mineur anglais occupe en moyenne une largeur de dix mètres, alors que le mineur belge a rarement plus de deux mètres à sa disposition.

En ce qui concerne l'économie du boisage, d'entretien des galeries, l'amélioration de la ventilation, et surtout la sécurité des ouvriers, nul doute que notre système soit de beaucoup préférable.

C'est en quelque sorte la plus grande concentration possible du travail ou l'accélération maximum de l'avancement.

En d'autres termes encore, cela revient à produire la tonne de houille avec une étendue minimum de galeries souterraines, ce qui est toujours le point le plus important, surtout lorsque les couches sont de faible épaisseur, que les terrains sont peu résistants ou que le toit descend facilement et que l'on a à faire à des mines à grisou.

Évidemment lorsque l'on exploite des couches de houille dure, assez épaisses pour ne pas avoir à exhausser les galeries et que les terrains sont solides et se soutiennent bien, il y a avantage à donner un grand front de taille à chaque ouvrier. La main d'œuvre principale est ainsi notablement simplifiée et diminuée, une partie du charbon se détachant presque seul et par son poids.

Hors de ces conditions exceptionnelles qui commencent

déjà à devenir rares dans les exploitations anglaises ainsi que le prouvent le grand nombre de poneys que l'on est forcé d'y employer et les nombreux accidents par chutes de pierres et par explosion de grisou, qui y surviennent, hors de là, disons-nous, tous les avantages sont en faveur du système belge.

Quant à la question de la ventilation, le meilleur système est évidemment celui qui permet de faire circuler dans les travaux, le plus économiquement et le plus sûrement possible la quantité d'air nécessaire pour leur parfait assainissement.

Nul doute que si on pouvait agrandir à volonté les conduits souterrains par où passe l'air, il conviendrait de le faire afin de diminuer la dépression, c'est-à-dire la force nécessaire pour déterminer le courant.

Tel n'est pas souvent le cas aujourd'hui, même en Angleterre, les conduits étant ouverts et entretenus à la section requise pour le passage des ouvriers et des produits à extraire, sont généralement beaucoup trop petits pour laisser circuler à une faible dépression la quantité d'air nécessaire.

Un point essentiel c'est donc de calculer s'il est plus économique ou plus convenable d'agrandir, au-delà d'une certaine limite la section des puits et des galeries, que d'augmenter la pression de l'air ou la puissance d'appel, ou que de diminuer l'étendue du champ d'exploitation.

Pour les mineurs belges, qui depuis une quinzaine d'années, ont généralement abandonné les foyers d'aérage pour y substituer des ventilateurs, la question est résolue. Et la meilleure preuve à donner en faveur de la solution, c'est la diminution des accidents ou des explosions de grisou.

Dans les mines de houilles anglaises, où jusqu'à ce jour, on n'a pas établi un bon ventilateur et où on en est encore, sous ce rapport, au point où nous en étions il y a 20 ans, la ventilation par foyer avec une faible pression est seule en vogue, pour des travaux d'une étendue parfois considérable.

Il n'y a pas de doute pour moi qu'avant peu ce système sera abandonné là comme il l'a été en Belgique.

On a prétexté et l'on prétexte contre l'adoption des ventilateurs que les mines anglaises sont trop étendues, qu'il faut déplacer de trop grands volumes d'air, etc., etc.

Mais qui donc pourrait indiquer la limite de la puissance d'un ventilateur, et surtout d'un ventilateur à force centrifuge dont les dimensions ne sont pour ainsi dire pas limitées?

Ensuite, les mines si étendues ne constituent pas la majorité, ce ne sont guère que les exceptions.

Ici, ce qu'il faut surtout voir ce sont les moyennes; eh bien, la moyenne de la quantité de houille extraite par jour et par puits en Angleterre, en 1862, n'a pas dépassé 90 tonnes, ainsi qu'on le verra plus loin; c'est-à-dire, qu'elle a été inférieure à l'extraction belge, laquelle a été en moyenne de 99 tonnes, soit 100 tonnes par jour et par puits, pendant la même année.

D'ailleurs, si l'on craignait d'arriver à des dimensions trop grandes, pourquoi ne mettrait-on pas plusieurs ventilateurs sur un même puits?

Il est vrai de dire que les dépenses de premier établissement sont plus élevées pour les ventilateurs que pour les foyers, mais en revanche, c'est l'inverse qui a lieu pour la dépense journalière.

D'après les renseignements fournis par M. Daglish, directeur de Hetton Colliery, et publiés par MM. N. Wood, J. Taylor et J. Marley, dans le volume pour 1863, des *Transactions de l'institut des ingénieurs des mines du nord de l'Angleterre*, la moyenne de la consommation des foyers d'appel aux mines de Hetton, Ellemore et Eppleton, s'élèverait à 12 tonnes par puits et par 24 heures, non compris 18 tonnes consommées pendant le même temps, dans chacun de ces mêmes puits, pour l'alimentation des foyers des chaudières à vapeur.

Faisant abstraction de cette dernière consommation et en ne comptant que celle de 12 tonnes, on trouve qu'au prix de 7 schellings ou fr. 8 75 c. la tonne, cela fait une dépense de 105 francs par 24 heures.

A ceux qui prétendront que ce prix de 7 schellings est trop élevé, parce que généralement on ne paie pas le droit du propriétaire sur ce charbon, et qu'en outre il ne faut pas l'élever à la surface, nous répondrons qu'il faut aussi tenir compte de ce fait, que les ouvriers réservent souvent pour cet usage les premières qualités, afin de s'éviter la peine du trop fréquent nettoyage des foyers.

Si d'autre part on considère que du charbon menu, à 2 schellings ou fr. 2 50 c. la tonne, pourrait très bien servir pour chauffer les chaudières du ventilateur, on trouve ainsi, en comptant 5 kilog. de consommation de ce menu par heure et par force de cheval, que la dépense en combustible, indiquée ci-dessus correspond à une force de 350 chevaux, disponibles pour mouvoir, nuit et jour, un ou plusieurs ventilateurs !

Je répète donc avec confiance qu'aussitôt que MM. les ingénieurs et les exploitants anglais auront vu fonctionner nos nombreux ventilateurs, (on sait qu'il y en a plus de 200 aujourd'hui, rien que sur les mines de Mons et de Charleroi) ils n'hésiteront pas à adopter ce système de ventilation, comme offrant plus de sûreté et surtout plus d'économie que l'emploi des foyers.

Abstraction faite de toute autre considération, c'est croyons-nous, un devoir d'humanité de procéder sans retard à ce changement.

Les comparaisons qui suivent doivent suffire pour le démontrer.

Comme les mines de houille de Mons et de Charleroi ou du Hainaut nous paraissent présenter une certaine analogie avec celles de Durham, Cumberland et Northumberland ou Durham et Newcastle, ce sont ces deux groupes que nous commencerons par comparer. Nous établirons ensuite la même comparaison pour l'ensemble des houillères des deux pays :

	HOUILLÈRES de Durham et Newcastle: (DURHAM CUMBERLAND et NORTHUMBERLAND).	HOUILLÈRES du Hainaut. (MONS et CHARLEROI).
Nombre d'ouvriers mineurs, non compris les ouvriers du jour, (moyenne des années 1860, 1861 et 1862).	36,000 (1)	46,183
Nombre de puits en activité, en 1862.	307	207
Nombre d'ouvriers par puits. . .	117	223
Houilles extraites en 1862, tonnes.	20,690,000 (2)	7,795,000
Extraction moyenne par jour et par puits : 1862, tonnes. . . .	225	126
Extraction moyenne annuelle par ouvrier, 1862, tonnes.	574	169
Ouvriers mineurs tués annuellement par accidents divers. Moyenne des trois années 1860, 1861 et 1862	266 soit 1 sur 135. ou 7.4 p. 1000.	151 soit 1 sur 306 ou 3.26 p. 1000
Ouvriers mineurs tués annuellement par explosion de grisou. Moyenne des trois années 1860, 1861 et 1862	46.3 soit 1 sur 777 uu 1.29 p. 1000.	30.7 soit 1 sur 1504 ou 0.66 p. 1,000.

(1) Année 1863. Chiffre indiqué par MM. N. Wood, J. Taylor et J. Marley.
(2) Ce chiffre comprend dix °/o environ de charbon consommé dans les houillères.

	HOUILLÈRES de l'Angleterre et du pays de Galles.	HOUILLÈRES de la Belgique.
Nombre d'ouvriers mineurs en 1861, à l'intérieur des travaux .	192,982 (1)	62,276
Nombre de puits en activité en 1862 (2)	2,594	335
Nombre d'ouvriers par puits . . .	74	185
Houille extraite en 1862, tonnes .	70,434,838 (3)	9,935,645
Extraction moyenne par jour et par puits, 1862 (à 300 jours de travail par an)	90	99
Extraction moyenne annuelle par ouvrier, 1862	365	159
Ouvriers mineurs tués annuellement par accidents divers. Moyenne des trois années 1860, 1861 et 1862	1,062 soit 1 sur 181 ou 5.5 pour 1000.	230 soit 1 sur 270 ou 3.69 pour 1000.
Ouvriers mineurs tués annuellement par explosion de grisou. Moyenne des trois années 1860, 1861 et 1862	224 soit 1 sur 861 ou 1.16 par 1000.	31.7 soit 1 sur 1.965 ou 0.50 par 1000.

(1) Le nombre d'ouvriers mineurs à l'époque du recensement officiel de 1861 était de 241,227; on en a déduit un cinquième pour les ouvriers de la surface. C'est la proportion adoptée dans la notice de MM. N. Wood, J. Taylor et J. Marley déjà citée.

(2) Depuis quelques années, le nombre de puits diminue en Belgique par suite de l'augmentation progressive du chiffre d'extraction par chaque puits. — Ce développement de l'extraction par un puits s'observe aussi en Angleterre; mais, contrairement à ce qui se passe ici, il y a en outre accroissement du nombre de puits par suite de la mise en exploitation de parties de couches réservées jusqu'à ce jour.

(3) En ajoutant l'extraction de l'Écosse et de l'Irlande, on arrive à un total de 81,638,338 tonnes fournies par 3,088 puits. On a laissé ces deux contrées de côté, dans cette comparaison, parce que l'on ne connaît pas les autres chiffres qui y sont relatifs.

Évidemment ces chiffres peuvent se passer de tout commentaire. Ils prouvent clairement la supériorité de notre mode d'exploitation et surtout de ventilation.

Quant à leur exactitude, elle est d'autant moins contestable qu'ils ont été extraits des rapports officiels de MM. les inspecteurs des mines aussi bien pour l'Angleterre que pour la Belgique.

A mes yeux, leur signification est d'autant plus grande que les faits qu'ils dévoilent m'ont parfois été contestés, en Angleterre, et que j'ai même entendu soutenir précisément le contraire de ce qu'attestent ces intéressants tableaux.

Il n'y a du reste rien là qui doive étonner, quand on songe que ce n'est que depuis un petit nombre d'années qu'on relève, officiellement en Angleterre, les données qui ont servi pour établir la comparaison qui précède.

Je sais que l'on me répondra en faisant sonner fort haut la quantité de houille extraite par chaque ouvrier; mais que signifie ce chiffre dans la question actuelle?

Cela prouve tout simplement que le houilleur anglais se trouve placé dans des conditions exceptionnellement avantageuses comparativement à celui de la Belgique.

Dans la publication de MM. N. Wood, J. Taylor et J. Marley, déjà citée, on trouve un tableau de l'épaisseur des couches de houille des bassins de Durham et Newcastle, duquel nous extrayons les chiffres qui suivent :

Pour le district de la rivière Tyne, la puissance moyenne des 36 sections de couches, qui figurent dans ce tableau, est de $0^m,99$ soit $1^m,00$, et si l'on déduit de ces sections 13 d'entre elles, relatives à des couches ayant moins de trois pieds ou $0^m,91$ d'épaisseur, qui sont considérés actuellement comme inexploitables, on trouve alors une épaisseur moyenne de $1^m,26$ pour les 23 sections restantes.

Procédant de la même façon pour le groupe de la rivière Wear, on trouve que l'épaisseur moyenne des douze sections fournies pour ce groupe, est de $1^m,15$, chiffre qui

s'élève à 1^{m},30, si l'on ne considère que les 9 couches exploitables de ce groupe.

Enfin pour celui de la rivière Tees, l'épaisseur moyenne des 16 sections indiquées est de 1^{m},22, et si l'on ne tient compte que des couches exploitées, cette moyenne atteint 1^{m},31.

Maintenant si l'on place en regard de ces chiffres celui de 0^{m},50 qui représente l'épaisseur moyenne de nos couches en exploitation, le fait d'une plus grande quantité de charbon fournie par chaque ouvrier mineur s'expliquera de lui-même.

Au lieu d'amoindrir l'importance des chiffres de nos tableaux, il doit plutôt l'augmenter, surtout si l'on tient compte de ce que nos couches ne sont pas seulement d'une exploitation difficile et dangereuse, par suite de leur peu d'épaisseur, mais plus encore par la grande profondeur à laquelle il faut aller les exploiter, par le grand nombre de failles et de dérangements de toutes espèces qui les affectent, et par la qualité peu résistante et ébouleuse des terrains dans lesquels elles sont contenues, difficultés que le houilleur anglais n'a pas encore été à même d'apprécier jusqu'aujourd'hui.

Transport souterrain.

Le traînage du charbon à l'intérieur des travaux se fait en majeure partie par chevaux de taille appropriés à la hauteur des galeries. Le transport au moyen de cordes et de machines fixes souterraines n'a pas pris le développement que l'on aurait pu croire. Ce moyen n'est guère en usage que dans les parties où l'effort de traction est considérable, comme dans les exploitations en contre-bas des galeries principales de roulage ou des voies de niveau.

Souvent, au moins dans les établissements les plus ré-

cents, les chaudières à vapeur destinées à alimenter les machines du fond, sont établies en dehors de la mine à l'orifice du puits.

Dans quelques exploitations nous avons même vu la machine motrice établie à la surface et agissant au fond sur des vallées, au moyen de câbles ronds en fer ou en acier. Dans la hauteur du puits ces câbles passaient dans des tuyaux en fonte fixés aux parois.

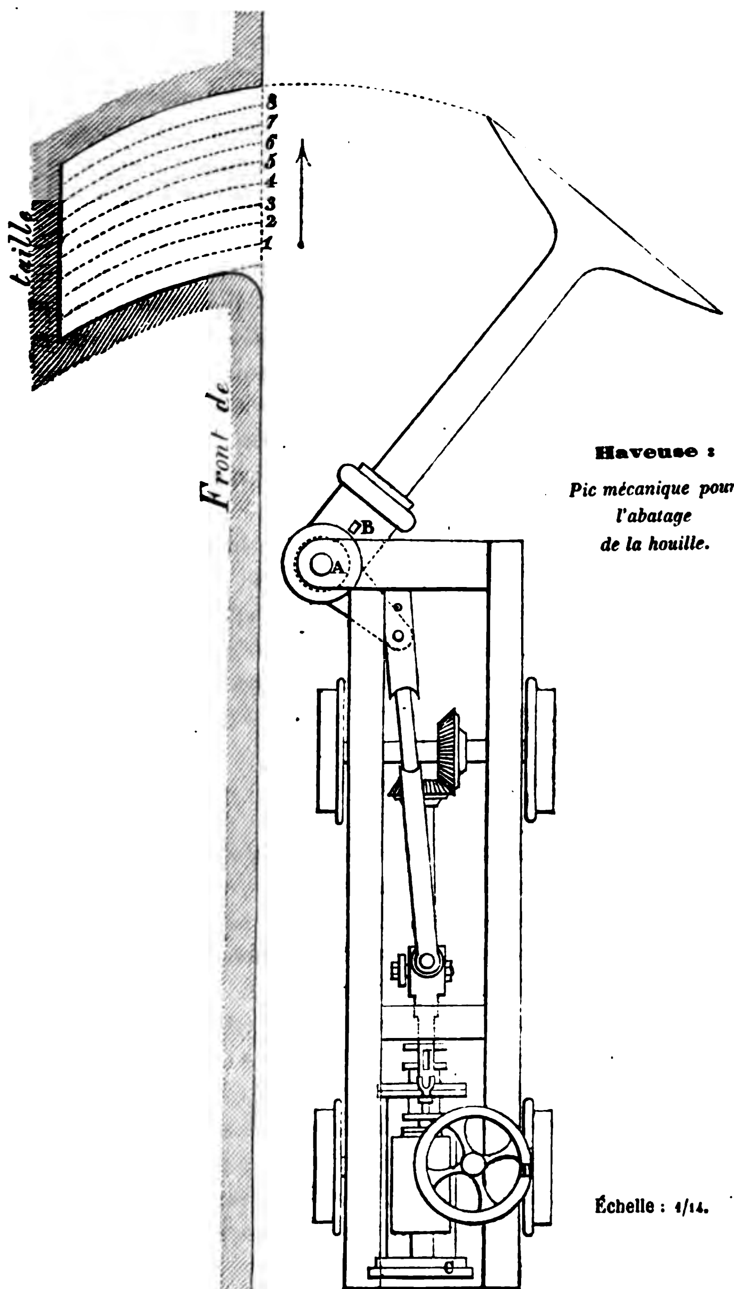
Enfin, ailleurs on a remplacé très-heureusement, les machines à vapeur du fond par de petites machines à air comprimé, placées au point où doit s'exercer la traction. L'air est comprimé à la surface par une machine spéciale et fourni aux appareils du fond, au moyen de tuyaux qui sont en fonte dans les puits et les galeries principales, en fer étiré dans les petites galeries, et en gutta percha près des tailles.

Vu leur simplicité, leur sécurité et la facilité de leur déplacement, ces machines paraissent destinées à jouer prochainement un grand rôle dans l'exploitation des mines.

A vrai dire, dans l'état actuel de leur construction, l'effet utile de ces machines est généralement faible et ne dépasse peut-être pas 25 °/₀, mais même à ce taux, leur emploi est encore beaucoup plus avantageux que celui des hommes ou des chevaux, et il est bien à préférer pour l'intérieur des mines à celui des machines à vapeur.

C'est grâce à leurs secours que les haveuses mécaniques et surtout celle de MM. Firht et Cie de Leeds, appelée *Iron-man* ou *Coal Cutting machine*, ont pu débuter d'une manière aussi brillante et qui permet d'espérer que l'ouvrier haveur aura bientôt là, principalement pour les couches de faibles épaisseurs, un auxiliaire puissant.

Ayant eu occasion de voir fonctionner la haveuse de MM. Firth et Cie, au puits de West Ardesley près de Leeds, nous allons rendre compte en peu de mots des résultats obtenus.



Haveuse :

Pic mécanique pour l'abatage de la houille.

Échelle : 1/14.

Le dessin ci-joint donne une idée des dispositions générales de cet appareil. Il est monté sur un train ou châssis supporté par quatre roues comme un wagon de mine, en sorte qu'il peut circuler sur un petit chemin de fer, à la largeur de ceux du fond disposé le long du front de taille.

Le cylindre à air, partie principale du système, est placé horizontalement sur ce châssis, son diamètre est de vingt centimètres. Le piston agit directement au moyen d'une petite bielle sur une manivelle ou arc de cercle fixée sur un axe vertical. Cet axe porte en même temps un pic ou raveline à une ou deux pointes, lequel décrit ainsi dans le sens horizontal, à chaque coup de piston, un mouvement tout-à-fait analogue à celui qui lui est imprimé habituellement par le mineur.

Le poids de ce pic est assez élevé, ordinairement de 30^k.

La machine à comprimer l'air au puits de West Ardesley est disposée très simplement. Elle se compose d'un cylindre à vapeur de 30 à 40 chevaux de force, placé horizontalement et dont le piston agit directement sur celui de la pompe à air, le cylindre de celle-ci étant placé dans le prolongement du premier.

Un point qu'il importe de signaler, c'est que le cylindre à air est entouré d'une caisse dans laquelle on fait circuler de l'eau froide, de manière à rafraichir l'air, avant de l'envoyer dans le réservoir.

Celui-ci est formé d'une chaudière cylindrique en tôle de 10 mètres environ de longueur sur 1 mètre de diamètre, placée à côté de la machine à comprimer.

Lors de ma visite, la vapeur employée par la machine comprimante était à 2^k,45 par centimètre carré, et en fonctionnant à la vitesse de 14 révolutions par minute, cette machine amenait promptement la pression de l'air du réservoir à 3^k,50 et même 4 kilog. par centimètre carré.

Pour arriver à la haveuse, l'air devait parcourir un trajet de 1000 mètres, savoir : 30 mètres environ du réservoir

au puits, 145 mètres de puits et le reste le long de galeries de transport.

Au point où nous avons vu fonctionner l'appareil, la couche était à peu près horizontale et formée de deux lits de charbon ayant, l'inférieur 35 centimètres d'épaisseur, et l'autre 60 centimètres. Une partie de havage de 25 centimètres d'épaisseur, formée de charbon mélangé de schiste terreux, séparait les deux lits. Enfin, comme c'est généralement le cas en Angleterre, le terrain et surtout le toit était résistant et facile à soutenir.

Dans ces conditions, voici quels ont été les résultats que nous a fournis la haveuse :

Ayant d'abord mesuré pour l'essai une longueur de 5 yards ou 4,57 de front de taille, on a mis la machine en train avec un pic à deux pointes, disposée comme la raveline ordinaire et ayant deux à trois centimètres de largeur à la pointe.

Pendant cette première passe, la machine conduite par un seul homme, a frappé 75 à 80 coups par minute et après 4 minutes la couche était havée sur la longueur de $4^m,57$ jusqu'à 50 centimètres au moins de profondeur. Un aide ayant alors nettoyé l'entaille, au moyen d'un crochet en fer, pendant le temps très-court nécessaire pour reculer la machine sur les rails jusqu'au point de départ et pour changer l'outil et le remplacer par un autre, avec une seule pointe, pesant 25 kilogr. Ce temps d'arrêt à duré moins d'une minute.

Une seconde passe a alors eu lieu. Par suite de l'allongement du chemin parcouru par l'outil il ne frappait plus que 65 à 70 coups par minute. La durée de ce second havage a été de 4 1/2 minutes, mais il y a eu un petit temps d'arrêt occasionné par la chute d'une certaine quantité de charbon sur la machine. La profondeur de l'entaille était alors de 75 à 80 centimètres. Pendant le nettoyage, la machine est de nouveau reculée et l'outil remplacé par un autre plus long, ce qui a lieu très-rapidement.

Le troisième et dernier coupage est alors commencé. L'enfoncement cette fois n'était plus que de 15 centimètres, mais la longueur de $4^{m},57$ a encore été parcourue en 4 minutes. Parfois cependant, on remarquait que l'outil offrait une assez grande résistance pour sortir de l'entaille.

La profondeur totale du havage était à ce moment de 95 centimètres et sa largeur ou son épaisseur, à la face de l'entaille, de 25 centimètres. Cette largeur allait, comme on comprend, en diminuant jusqu'au fond. D'après ces chiffres, on peut donc compter que dans ces conditions, l'appareil have un mètre de front de taille à $0^{m},95$ de profondeur en 3 minutes $^{5}/_{10}$ de temps, y compris le temps d'arrêt (1).

Nous allons maintenant rapporter quelques autres essais qui confirment en quelque sorte celui qui précède et qui, en outre, prouvent que la haveuse fonctionne très-régulièrement.

Dans sa séance du 5 février 1863, l'institut des ingénieurs des mines du nord de l'Angleterre à Newcastle, a entendu la lecture d'un rapport qui lui a été adressé par quelques-uns de ses premiers ingénieurs, à savoir : MM. John Daglish, Lindsay Wood, Forster, et Cochrane, sur la machine à couper le charbon de MM. Donesthorpe Firth et Ridley, aujourd'hui de M. Firth.

Voici l'exposé des faits principaux relatés dans ce rapport:

Cinq expériences ont été faites par ces messieurs avec la haveuse ou pic mécanique dans l'intérieur des travaux du puits de West Ardesley, près de Leeds, en voici les résultats:

(Pour éviter les fractions, nous conservons les mesures anglaises : le yard = $0^{m},914$ et le pouce = $0^{m},0254$).

Première expérience.

Longueur du front de taille : 10 yards.

(1) A notre demande, M. Firth a fait fonctionner le 15 mars dernier, en présence de MM. les membres du Comité des houillières du Centre, dans l'établissement des frères De Keyn, à Bruxelles, un modèle de sa haveuse, au tiers environ de sa grandeur ordinaire.

Havage exécuté à 38 pouces de profondeur en 22 1/2 minutes. Donc 1 yard en 2 1/4 minutes.

Deuxième expérience.

Longueur du front de taille : 15 yards.

Havage exécuté à 36 pouces de profondeur en 46 1/2 minutes. Donc 1 yard en 3.1 minutes non compris les temps d'arrêt pour reculer la machine.

Troisième expérience.

Longueur du front de taille : 18 yards.

Havage exécuté à 37 pouces de profondeur en 59 minutes. Donc 1 yard en 3.3 minutes non compris les temps d'arrêt pour retourner la machine, changer les outils, etc., comme ces arrêts ont duré en tout 10 minutes, le travail a donc été de un yard havé à 37 pouces de profondeur en 3.8 minutes.

Quatrième expérience.

Longueur du front de taille : 35 yards.

Havage exécuté à 37 pouces de profondeur en 2 heures 45 minutes. Soit un yard en 4.7 minutes, compris les temps d'arrêt.

Cinquième expérience.

Longueur du front de taille : 43 1/2 yards.

Havage exécuté à 37 1/2 pouces de profondeur en 2 heures 37 minutes. Soit un yard en 3.6 minutes, compris les temps d'arrêt.

En admettant que les temps d'arrêt ont été proportionnellement les mêmes dans la seconde expérience que dans les autres, on arrive ainsi à un travail moyen de :

1 yard havé à 37 pouces de profondeur en 3.6 mètres, y compris les temps d'arrêt.

Ce qui revient à 1 mètre de front de taille havé à $0^m,93$ de profondeur en 3 minutes $\frac{95}{100}$. Soit en 4 minutes (1).

On voit que ces chiffres concordent parfaitement avec ceux rapportés plus avant et relatifs à l'expérience à laquelle nous avons assisté.

MM. les ingénieurs anglais terminent leur rapport en signalant judicieusement que l'emploi de ces machines doit apporter quelque amélioration dans l'aérage des travaux, et en disant : « Il est aussi bien certain que, surtout dans les petites couches, l'introduction de ces appareils affranchira le mineur de la partie la plus dure, la plus pénible et la plus monotone de son travail. »

D'autres rapports de M. J. Hedley, inspecteur des mines du gouvernement et de plusieurs ingénieurs anglais sur cette machine, finissent tous par cette conclusion : qu'avant de l'avoir vue à l'œuvre, ils étaient prévenus contre elle, mais qu'ils ont maintenant changés d'opinion.

D'après des nouvelles que je viens de recevoir d'un autre inspecteur des mines, il semble que son introduction dans les mines du nord de l'Angleterre, fait de grands progrès.

Comme elle peut aussi bien fonctionner dans des couches de 50 centimètres d'épaisseur et en dessous, que dans celles de $1^m,50$, on comprend qu'actuellement son emploi serait plus avantageux en Belgique qu'en Angleterre.

Dans certains cas, la grande inclinaison des couches et le peu de résistance des terrains, accroîteront considérablement les difficultés, mais il n'y a pas de doute que du moment que la haveuse aura été introduite avantageusement dans les couches en plateure et à terrains solides, elle pénétrera bientôt dans les demi plateures, les dressants et partout. Elle devra probablement pour cela subir quelques modifications, mais une fois le principe mis en pratique, les appropriations ne se feront pas longtemps attendre.

(1) A ce compte, cette machine pourrait remplacer une dizaine d'ouvriers haveurs.

Le grand nombre de brevets délivrés et d'essais faits en Angleterre, au sujet de cette question depuis une couple d'années témoignent du haut intérêt que l'on y attache.

C'est que pendant le même temps, le bas prix du charbon, par suite de la guerre d'Amérique, ayant réagi sur les salaires, il y a eu beaucoup de chômages forcés par suite de grèves des ouvriers mineurs.

La grande association que les mêmes ouvriers viennent de former d'un bout à l'autre de l'Angleterre, sous le nom d'*Union générale* avec réunions périodiques de délégués, avec journaux spéciaux, *(The miners and workmans advocate)* etc., devant, avant peu accroître considérablement leur force de résistance, les exploitants, en vrais industriels, se préparent de leur côté, en appelant à grand cris à leur secours la puissance mécanique, laquelle n'a jamais fait et ne fera jamais défaut.

Comme on l'a vu ci-devant, la production moyenne, annuelle, du houilleur anglais, atteint le chiffre considérable de *trois cent soixante cinq tonnes* (1), tandis que nos mineurs ne dépassent pas *cent et cinquante neuf tonnes;* c'est-à-dire moins de la moitié. D'après le premier tableau ce chiffre s'élève même à *cinq cent soixante quatorze tonnes* dans le bassin de Durham et Newcastle contre *cent et soixante une tonnes* dans celui de Mons et de Charleroi, soit seulement un peu plus du quart.

Évidemment, ainsi qu'il a déjà été dit, la plus grande épaisseur des couches, la régularité et la solidité des terrains sont les principales causes de cette grande différence, mais il en est d'autres dont il faut aussi tenir compte.

D'abord, on peut dire que dans les houillères anglaises, à peu près tous les transports se font par des chevaux, en majeure partie des poneys, aidés de quelques machines,

(1) Cette production est même encore plus élevée, car dans le nombre d'ouvriers indiqués, il y en a une partie qui est occupée de l'extraction du minerai de fer des houillères.

tandis qu'en Belgique ce sont encore généralement les hommes qui exécutent ce pénible travail. (Il est à espérer que l'emploi des machines à air comprimé, dont il sera parlé plus loin, deviendra bientôt général pour les transports souterrains.) Ensuite, un point dont on s'est bien plus occupé en Angleterre que dans nos mines, c'est de perfectionner les outils du mineur.

La puissance d'action de ces outils a été notablement augmentée dans ces dernières années, tant par les soins minutieux apportés dans leur fabrication que dans le choix des matériaux et surtout de l'acier mis en œuvre. Il n'est pas jusqu'à la pelle qui n'ait été étudiée et modifiée un grand nombre de fois pour arriver à la forme commode et à la légèreté qu'on est parvenu à lui donner depuis qu'on l'a construite en acier fondu de première qualité. Mais le perfectionnement le plus important dans cette voie, c'est celui qui a été récemment importé d'Amérique et qui consiste à ne plus employer que des manches d'outils délicatement ou plutôt rationnellement façonnés.

Chacun sait quel rôle important le tireur attribue au bois ou à la crosse de son fusil. Eh bien, il en est de même pour l'ouvrier qui, pendant des années, doit toujours manier le même outil. Il ne suffit pas que cet outil soit à la fois léger, résistant et d'une forme bien étudiée pour le travail à exécuter, il faut encore qu'il soit pourvu d'un manche de forme convenable et bien raisonnée.

Armé d'un manche difforme et grossier, l'outil le plus perfectionné reste imparfait. La précision des coups est impossible et, conséquemment, ces coups ne produisent pas l'effet maximum correspondant à l'effort dépensé.

Les nouveaux manches fabriqués à la machine, d'après des modèles adoptés, constituent donc un véritable progrès. C'est d'ailleurs ce qui est hautement reconnu par les exploitants anglais qui ont fait l'acquisition de cette machine et

qui façonnent eux-mêmes, actuellement, tous les manches d'outils employés dans leurs établissements.

Cette machine peut fournir un manche de forme quelconque, elle n'est pas d'un prix bien élevé, et outre qu'elle tient peu de place et qu'elle exige une faible force pour être mise en activité (un tiers de cheval vapeur), il est maintenant reconnu que, par suite de sa grande simplicité, elle peut fonctionner plusieurs années sans la moindre réparation.

Surveillée par un manœuvre ou par un apprenti, ou encore par un ouvrier mineur trop âgé pour le travail souterrain, cette machine façonne, en dix heures de temps, cent vingt cinq manches mathématiquement semblables au modèle fourni.

Dans un des charbonnages de moyenne étendue de la Belgique, consommant de 2,000 à 3,000 manches par an, la machine ne devrait donc fonctionner qu'une heure par jour environ, ou moins d'un jour par semaine pour subvenir à l'approvisionnement de l'établissement. Il y a donc là non-seulement perfectionnement mais encore économie notable (1).

Avant de terminer cette note, je crois faire chose utile de signaler à l'attention de MM. les ingénieurs et exploitants, un moyen de transport nouveau que j'ai vu fonctionner pratiquement à Londres, sous le nom de *Pneumatic Despacth*, pour la transmissien des lettres.

Ce moyen pourra peut-être, dans certains cas, être appliqué avantageusement, dans nos mines pour le transport du charbon.

Un tube en fonte de $0^m,75$ de largeur sur $0^m,85$ de hauteur, établi à une certaine profondeur sous le sol, comme les tuyaux de gaz, livre passage aux wagons destinés au transport.

(1) C'est le sieur Jules Andrianne de Vielsalm, près de Spa, qui est chargé du placement de ces machines sur le Continent.

Ces wagons montés sur 4 roues sont en tôle de deux mètres environ de longueur, et disposés comme les wagons de mine. Roulant sur deux petits rails fixés sur le fond du tube, ils remplissent assez exactement le vide de celui-ci sans pourtant toucher aux parois, dont ils sont séparés par un intervalle de un centimètre environ, ménagé pour permettre le ballottement.

Trois de ces wagons remplis de sacs de lettres et un quatrième dans lequel se place un homme forment une charge ou un convoi pesant 500 kilog. environ.

Un ventilateur à force centrifuge de $5^{m},50$ de diamètre et d'une disposition nouvelle est monté à l'une des extrémités du tube.

Par son action et selon qu'il tourne dans un sens ou dans l'autre, l'air du tube est promptement comprimé ou rarifié à une pression de 20 centimètres d'eau, le dit tube étant bien entendu fermé à chacune de ses extrémités.

Si, au moment convenable on introduit le convoi dans le tube en refermant la porte derrière lui et en faisant fonctionner le ventilateur, soit pour aspirer l'air en avant du convoi ou pour le refouler à l'arrière, celui-ci parcourt régulièrement en une minute la distance de 500 mètres qui sépare les deux stations de *Cambden Town* et d'*Euston station*.

La machine à vapeur qui fait mouvoir le ventilateur est de 15 chevaux de force environ. Évidemment c'est là une force de beaucoup supérieure à celle qui serait nécessaire pour faire marcher le convoi, si l'on agissait par câble ou autrement; mais sans être le plus économique, ce mode nouveau et intéressant de transport n'en sera pas moins dans certains cas, le plus convenable.

La dépense journalière en combustible ne dépasse pas actuellement 5 francs par jour. Les départs et les arrivées ont lieu de deux heures en deux heures, et on comprend que le système fonctionnerait dans des conditions bien plus

économiques si les départs avaient lieu toutes les 5 minutes et même plus souvent.

A ce que m'a dit M. Rammell l'inventeur de ce système : deux nouveaux tunnels, d'une beaucoup plus grande section et destinés l'un, au transport des marchandises, et l'autre au transport des voyageurs, par le même procédé, sont maintenant en construction à Londres.

Voici, pour terminer ce rapport, quelques données relatives à des exploitations de houille que j'ai visitées dans le nord de l'Angleterre avec MM. les inspecteurs J. Atkinson, J. Hedley, et M. Dunn.

Puits Ryhope, près de Durham.

Profondeur de l'exploitation : 464 mètres.

Diamètre du puits : $4^{m},72$. Il est divisé en deux compartiments par une cloison en bois.

Nombre total d'ouvriers au fond, en deux bandes se succédant la nuit et le jour : 800 dont 400 haveurs ; il y a trois postes de haveurs, de façon qu'il n'y en a que 133 à la fois dans la mine.

Exploitation de la couche Bensham ou Maudlin, ayant $2^{m},13$ d'épaisseur, avec havage à la partie inférieure.

On travaille huit groupes de tailles à la fois. La distance moyenne de ces groupes au puits est de 500 mètres environ. Dans une direction, les tailles sont parvenues à moins de 350 mètres du bord de la mer.

Par exception à ce qui se remarque ailleurs, les ouvriers à veine n'occupent ici qu'une étendue de front de taille de $1^{m},85$.

La production par 24 heures est de deux mille tonnes, soit vingt mille hectolitres, savoir :

52	°/₀	grosse houille.
25	»	noix.
12 1/2	»	pois.
12 1/2	»	poussiers.

Il y a au fond pour le transport, 150 chevaux dont 80 poneys et 2 machines à vapeur de 20 chevaux chacune pour trainage sur les voies ou vallée.

Chacun des deux compartiments du puits est garni d'une machine d'extraction séparée. Ces machines à action directe, à haute pression, à cylindre vertical et avec bobines en l'air, sont parfaitement équilibrées au moyen de chaînes s'enroulant sur l'arbre des bobines. On les estime à deux cents chevaux de force chacune.

On fait usage de câbles plats en fer pour élever les cages. Dans l'un des compartiments celle-ci renferment quatre wagons contenant 600 kilog. de houille chacun. De l'autre côté on n'élève que trois wagons à la fois.

Suivant M. J. Atkinson, inspecteur des mines, le volume total d'air passant dans ces travaux pour les huit chantiers, était de cinquante mètres environ par seconde, quelque temps avant notre visite.

Washington Colliery près de Newcastle, puits F.

Visite avec M. l'inspecteur M. Dunn. Puits rond de 3^m,65 de diamètre, divisé en deux parties égales par une cloison en bois.

On exploite à 200 mètres de profondeur deux couches, savoir : Maudlin, de 1^m,67 d'épaisseur et Hutton, de 1^m,06. L'inclinaison de ces couches est très-faible.

Il y a environ 400 ouvriers au fond, dont 200 haveurs.

On travaille à la fois 8 groupes de tailles ou 4 groupes dans chaque couche.

La production journalière par 12 heures est de 600 à 700 tonnes, dont 70 % de grosse houille.

Il y a au fond pour le transport 100 chevaux et poneys, et une machine à vapeur de 130 chevaux de force, à deux cylindre oscillant pour faire la traction sur un plan incliné de 1200 mètres de longueur. Cette machine remonte 40 à

60 wagons à la fois, au moyen d'un câble rond en fil de fer de 2 1/2 centimètres à 3 centimètres de diamètre.

Les chaudières à vapeur qui l'alimentent sont placées à la surface.

Il y a à l'orifice du puits deux machines d'extraction, c'est-à-dire qu'il y en a une sur chaque compartiment.

Ces machines à cylindres verticaux, et à haute pression élèvent chacune 3 wagons à la fois, au moyen de câbles ronds en fil de fer de 2 1/2 centimètres de diamètre, passant sur des poulies de 3^{m},60 de diamètre et s'enroulant sur des tambours de 4^{m},25. Ces wagons qui contiennent environ 400 kilog. de houille chacun, sont placés à trois niveaux différents.

Ainsi que j'ai pu m'en assurer sur les listes de paiement, les haveurs gagnent en moyenne 4 francs 50 à 5 francs 50 centimes par journée de 8 heures environ de travail.

Clay Cross Colliery (Derbyshire).

Visite avec M. l'inspecteur J. Hedley. On exploite à la profondeur de 350 mètres, par deux puits situés à 3 ou 4 mètres l'un de l'autre.

Le nombre total d'ouvriers au fond est de 400. La couche en exploitation est appelée 4 *pieds*. Au point où je l'ai vue, elle était formée de deux bancs de charbon de 65 centimètres d'épaisseur, chacun séparé par 30 centimètres de havage. L'inclinaison était faible et très-régulière.

La production journalière par douze heures est de 600 tonnes de houille, vendue à la mine, au prix de fr. 8 75 à 10 francs la tonne de gros. Le fin gailleteux ne vaut approximativement que la moitié.

La machine d'extraction d'une centaine de chevaux de force, à condensation, à cylindre vertical et à action directe avec bobines en l'air, agit au moyen de câbles ronds en fil de fer élevant des cages à deux chariots, contenant 400^{k} environ de houille chacun.

Comme aux deux autres puits précédents, la ventilation a lieu par foyer. A la mine de Clay Cross, on a cherché, comme il convient, à la rendre ascensionnelle. D'après les chiffres qui m'ont été communiqués, le volume d'air déplacé est de 50 mètres cubes environ par seconde.

Le salaire moyen pour les ouvriers haveurs est de 4 à 6 fr. par journée de 8 à 10 heures de travail.

J'ai vu employer, avec beaucoup de succès à l'orifice des puits de Clay-Cross, un nouveau système de grilles pour la séparation des diverses grosseurs de houille et l'enlèvement des pierres.

Cette grille, représentée par les figures 2 et 3 ci-jointes, diffère des grilles ordinaires parce qu'à la partie inférieure de la grille inclinée fixe, il se trouve une grille cylindrique de 1^m de longueur et de $1^m,80$ de diamètre. Cette grille est sans axe et reçoit, bien ingénieusement, son mouvement de rotation des 4 roues qui la supportent et qui sont en communication avec la machine motrice par deux paires d'engrenages coniques.

Par une disposition également fort ingénieuse, le charbon, au sortir des wagons de la mine, est retenu un instant à la partie supérieure de la grille inclinée afin d'éviter la casse.

Les ouvriers placés en *R*, pour retirer les pierres de la houille et aider à sa sortie de la grille cylindrique, arrêtent et règlent à volonté la descente sur la grille inclinée à l'aide de la porte *C C* manœuvrée par la tringle *D D*.

Au moyen de la grille cylindrique, qui est presque placée horizontalement et dont la vitesse est très-faible, la grosse houille est parfaitement séparée du menu et bien étalée devant l'ouvrier qui peut ainsi en éliminer les pierres avec grande facilité.

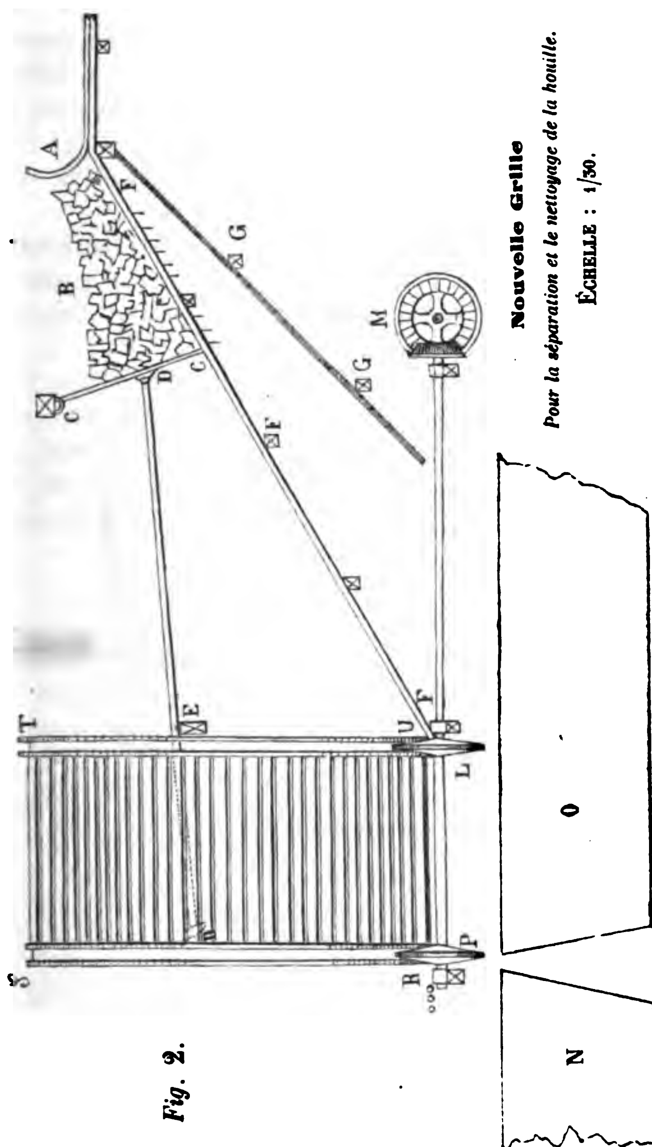


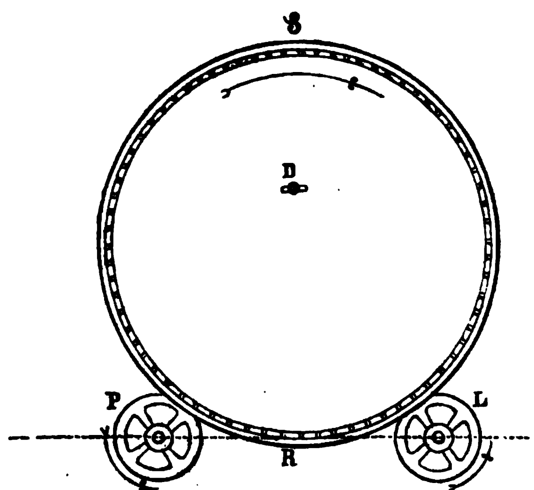
Fig. 2.

Nouvelle Grille

Pour la séparation et le nettoyage de la houille.

ÉCHELLE : 1/30.

Fig. 3.



Coupe verticale par R S *de fig.* 2.

Explication de ces deux figures.

A	Collecteur.
B	Partie de houille retenue momentanément à la tête de la grille inclinée.
C C	Porte pour empêcher le charbon de descendre trop rapidement.
D D	Tringle passant dans l'intérieur de la grille circulaire et permettant à l'ouvrier, placé en *R*, de manœuvrer la porte *C C*.
E	Support à crémaillère pour arrêter la tringle *D D* au point voulu.
F F F	Grille ordinaire inclinée.
G G	Plancher pour conduire le menu dans les wagons.
R S T U	Grille cylindrique.
P L	Paire de roues mues par l'engrenage *M* et servant avec une autre paire semblable, mue aussi par engrenage et représentée fig. 3, à supporter la grille cylindrique à laquelle elles communiquent leurs mouvements de rotation.
N	Wagon en chargement.
O	id. id.

En terminant ces lignes, il m'est bien agréable de signaler l'accueil parfait que j'ai reçu dans tous les établissements que j'ai visités. Je dois surtout mes plus sincères remercîments à MM. les inspecteurs des mines J. Alkinson, J. Hedley, M. Dunn, W. Alexander et D. Moore pour l'extrême complaisance, j'oserais presque dire pour l'amabilité avec laquelle ils ont bien voulu m'aider dans cette trop courte exploration.

Bruxelles, mai 1864.

MINES.

NOUVEAU SYSTÈME DE FAHRKUNST,

PAR

M. F. FRANQUOY,

SOUS-INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

L'utilité des échelles mobiles, qui dans les puits de mines servent à la translation des ouvriers, n'est plus aujourd'hui une thèse qui se discute, mais un fait qui s'impose. Toutefois, le choix de l'appareil partage encore ceux qui s'occupent de cette question; la pratique n'a point sanctionné des combinaisons que la théorie signalait comme très-heureuses, et l'on peut dire que la disposition mécanique destinée à prendre définitivement possession de nos mines ne s'est pas encore produite jusqu'à ce jour.

Deux tiges oscillantes animées d'un mouvement alternatif d'ascension et de descente et mises en rapport entre elles par un organe d'équilibre, constituent les parties essentielles et communes de toutes les combinaisons qui ont été employées. Celles entre lesquelles le choix se resserre aujourd'hui se rapportent à deux types bien distincts et ont pour principe, l'un la traction directe ou l'emploi de deux cylindres conjugués à grande course; l'autre l'emploi des varlets d'équilibre et des machines à rotation. C'est au premier genre que se rattachent les appareils usités en Belgique; la différence qu'ils offrent entre eux réside dans le choix de l'organe

qui sert à établir l'équilibre entre les deux systèmes oscillants; ces organes sont le balancier hydraulique, la poulie et l'engrenage.

Le balancier hydraulique caractérise la Warocquière. La simplicité de sa conception a paru quelque temps le placer au-dessus de toute critique et a momentanément arrêté toutes les inventions concurrentes; on signalait parmi ses avantages celui de n'offrir aucune pièce exposée à la rupture. Malheureusement, la pratique a fait découvrir des inconvénients assez graves pour que cette combinaison mécanique n'ait eu aucune force expansive au-dehors et pour que les inventeurs se soient remis à l'œuvre. Les inconvénients se sont rencontrés dans l'énorme pression que doit subir le liquide contenu dans le balancier et dans l'impossibilité pratique de l'y maintenir par des joints suffisamment étanches. Les fuites qu'offrent inévitablement ces joints amènent aux extrémités des courses, la dénivellation des paliers. La compression des bourrages permet d'atténuer cet effet, mais elle développe en retour des résistances passives qui absorbent une portion notable de la force motrice.

La fahrkunst de Seraing se distingue par l'emploi de la poulie et de la chaîne d'équilibre. La solidité de ces organes ne laisse rien à désirer, et les critiques que l'on en peut faire ne doivent porter que sur la hauteur considérable qu'elle occupe et sur les frais d'installation relativement fort élevés qu'elle réclame.

Le système qui semble prévaloir, surtout dans le Hainaut, est celui de M. Hanrez. Application d'organes mécaniques bien connus, l'appareil d'équilibre de M. Hanrez paraît susceptible, de prime abord, d'une appréciation bien fondée et résultant de faits pratiques depuis longtemps constatés. Chacun sait en effet à quelles chances de rupture sont exposés les engrenages et personne n'ignore non plus ce qu'il y a de dureté dans les transmissions qu'ils produisent. Cependant, grâce aux soins apportés dans la

confection de l'appareil d'équilibre, ces inconvénients sont beaucoup atténués. Afin d'écarter les chances de rupture, l'appareil est muni d'une denture très-forte et très-épaisse qui est pourtant incompatible avec le mouvement doux que l'on désire trouver dans les échelles mobiles. C'est sans doute pour obtenir à la fois la solidité des dents et éviter les trépidations qu'une large division du pignon amène dans les tiges, qu'il a fallu donner à celui-ci un diamètre beaucoup supérieur à la distance des centres de gravité des échelles. Il résulte malheureusement de cette disposition, que les échelles étant suspendues en arrière de leurs centres de gravité, sont sujettes dans leurs guides à des vibrations assez désagréables pour les ouvriers et qui doivent fatiguer plus ou moins les assemblages.

Indépendamment des inconvénients particuliers à chacune des combinaisons que nous venons d'examiner, elles sont soumises encore aux imperfections qui résultent de l'emploi des moteurs à traction directe. A la fin de chaque course, les échelles demeurent au repos pendant un intervalle réglé par le jeu d'une cataracte qui commande l'ouverture des soupapes d'admission. L'irrégularité de ce mode d'action ayant été reconnu dangereux pour le mineur, on a préféré laisser la durée du temps d'arrêt à l'appréciation de deux mécaniciens qui se relaient pour produire à la main et au moyen de leviers la distribution de la vapeur. Quoi qu'il en soit, la marche de ces machines est toujours demeurée fort irrégulière; les variations de la tension de la vapeur dans le cylindre, aussi bien que l'imperfection des soupapes, occasionnent pendant la marche des soubresauts fort incommodes. Nous ajouterons encore que l'ouverture et la fermeture brusques des organes de distribution déterminent, au commencement et à la fin de la course, un véritable choc qui produit sur le mineur une très-pénible sensation et qui constitue, pour l'appareil même, une cause active de détérioration. Enfin, les machines à traction directe exigent des

cylindres de dimensions disproportionnées, d'une longueur excessive et dont le prix se ressent naturellement des difficultés que présente leur exécution.

Au second type de fahrkunsts se rapportent les appareils usités en Allemagne et en Angleterre. Les tiges, suspendues à de solides varlets, sont parfaitement équilibrées par un fort tirant qui réunit ces organes par leurs parties inférieures. L'appareil est mis en mouvement par une machine à rotation à l'aide d'un engrenage qui porte le bouton d'une bielle agissant sur l'un des varlets. On sait, du reste, que par l'emploi du volant et du pendule conique, on peut obtenir dans les moteurs de ce genre, une régularité d'effet qui dispense le mécanicien de modifier presque constamment l'admission de la vapeur. Ces machines sont surtout supérieures à celles dont la distribution est commandée par une cataracte, si l'on a égard à la manière dont se produit le temps d'arrêt. L'engrenage portant le bouton de la bielle détermine le ralentissement gradué des échelles par le passage de ce bouton aux deux points morts ; il suit de cette disposition qu'il s'opère avant la rencontre des paliers une diminution progressive de vitesse qui permet aux tiges d'arriver au repos d'une manière insensible. Il en est de même après le temps d'arrêt, les tiges se mettent en mouvement d'une manière progressive et sans subir de la part du moteur aucun effort instantané. La régularité de la machine, la douceur du mouvement des tiges, ainsi que l'observation parfaite des temps d'arrêt, permettent donc au mineur de se mouvoir d'une manière moins pénible et moins dangereuse qu'avec les fahrkunsts du premier type.

Toutefois, ces machines ne sont pas à l'abri de toute critique ; bien qu'elles ne fournissent que de faibles courses, elles exigent, comme l'on sait, un emplacement très-considérable ; au surplus, le mouvement circulaire des varlets demande que les tiges y soient suspendues par l'intermédiaire de longues bielles, c'est-à-dire que ces varlets soient

eux-mêmes installés à une grande hauteur au-dessus du sol. Un autre inconvénient, non moins grave, résulte encore de ce mouvement circulaire des varlets; en effet, quelque longues que soient les bielles de suspension, elles agissent toujours plus ou moins obliquement sur les échelles et leur communiquent un vacillement qui n'est jamais complétement détruit même par de forts guidages. En résumé, au point de vue de la bonne marche et de la solidité, la supériorité des machines à varlets sur celles à traction directe nous paraît incontestable. Malheureusement, ces dernières ne peuvent être adoptées dans les cas si fréquents où l'on ne dispose que d'un emplacement restreint.

Construire un appareil présentant une sécurité plus grande que ceux qui ont été proposés jusqu'ici, offrant les avantages de bonne marche des machines à varlets, pouvant comme celles qui ont pour principe la traction directe, fournir de grandes courses et être établi dans un faible espace moyennant la moindre dépense, tel est le but que nous espérons avoir atteint.

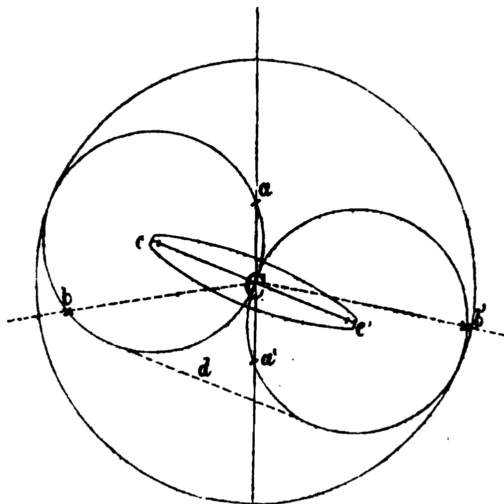
L'appareil que nous proposons est une combinaison de trois balanciers ou varlets propres à établir l'équilibre des tiges et à leur communiquer un mouvement rectiligne parfait ou très-approché. L'idée de cette combinaison mécanique procède rigoureusement d'une propriété géométrique que nous allons rappeler.

Lorsqu'un cercle roule sans glisser à l'intérieur d'un cercle de rayon double, un point quelconque de la circonférence du petit cercle décrit dans ce mouvement un diamètre du grand cercle.

Soit un grand cercle C dans lequel roulent les deux petits cercles c, c' dont les centres sont situés sur le même diamètre cc' du grand cercle; deux points a, a' pris respectivement sur chacun d'eux, décrivent pendant leur révolution le même diamètre $a\,C\,a'$ du cercle C.

Pour utiliser cette propriété, plaçons les centres c, c' aux

extrémités d'un balancier qui oscille autour du centre *C*. Par cette disposition, les cercles *c*, *c'* se mouvront tangentiellement à la circonférence *C*. Cependant les deux points *a*, *a'* ne pourront décrire le même diamètre *a C a'* que pour autant que les circonférences *c*, *c'* soient assujetties encore à ne pas glisser le long du cercle *C*, mais bien à rouler sur sa circonférence. Or, si un point *a* décrit le diamètre *a Ca'*



lorsqu'aucun glissement n'a lieu, la généralité du principe permet de dire qu'un point quelconque *b* ou *b'* décrit en même temps le diamètre *b C* ou *b' C*. Donc, réciproquement, lorsque le diamètre *b C* ou *b' C* est décrit par *b* ou *b'*, les points *a* et *a'* décrivent le diamètre *a C a'*. Il en résulte que si *b* et *b'* se meuvent le long de deux glissières passant par le centre *C*, pendant le mouvement du balancier, le point *a* décrira le diamètre *a C a'* et le point *a'* décrira le même diamètre en sens inverse. Il suit de ce qui précède que si aux deux points *a* et *a'* on fixe deux tiges parallèles à la ligne *a a'*, les oscillations du balancier produiront les mouvements alternatifs et de sens contraires de ces deux tiges.

Remarquons maintenant que dans le cas des fahrkunsts

ou des pompes, les deux tiges parallèles sont sollicitées dans le même sens par l'action de la pesanteur, et les circonférences *c*, *c'* étant retenues par les glissières *b C*, *b' C*, leurs centres *c*, *c'* exercent aux extrémités du balancier des pressions qui sont également dans le même sens et qui par suite sollicitent le balancier à tourner en sens inverses et l'assimilent à un balancier d'équilibre. Cependant, cet équilibre ne pouvant avoir lieu que grâce à une pression sur les glissières correspondant aux poids des tiges, nous avons pensé qu'il conviendrait de limiter l'effet des glissières au rôle que nous leur avons assigné primitivement et de supprimer leur action comme appareil d'équilibre. Si l'on remarque que lors de l'oscillation du balancier les circonférences *c*, *c'* décrivent des arcs égaux et dans le même sens, on comprendra qu'une chaîne *d* enroulée sur ces deux circonférences ou des circonférences concentriques, demeurera tendue dans toutes les positions que leur feront prendre les glissières et subira l'effort qui était déterminé sur celles-ci par l'action des tiges.

Les figures 1 et 2, pl. II, représentent à l'échelle de $^1/_{40}$ la vue latérale et le plan de l'appareil applicable a une fahrkunst de 300 mètres de profondeur et d'une course de 3 mètres.

Deux balanciers *A*, *A'* réunis par
B. un cylindre creux en fonte reposent chacun sur
C. deux paliers fixés aux
D. sommiers de fondation. Aux extrémités de ces balanciers se trouvent
F, *F'*. deux arbres au milieu desquels sont calées des
G, *G'*. portions de poulies sur lesquelles s'enroule la
H. chaîne d'équilibre à maillons plats fixée aux extrémités de ces poulies ; en allongeant les balanciers, on pourrait la remplacer par un tirant ordinaire. Sur la joue de droite de l'une des poulies et sur celle de gauche de l'autre, sont fixés des

I, *I'*. varlets d'un rayon égal à celui du balancier et portant à leurs extrémités situées vers le centre de l'appareil, les

K, *K'*. tiges supportant les échelles. Les poulies ont à leurs parties opposées, à l'attache des tiges, des

L, *L'*. oreilles dans lesquelles sont fixés des

M, *M'*. arbres dont les axes sont distants des centre des poulies d'une quantité égale au rayon des varlets *I*, *I'*. Les extrémités de ces deux arbres traversent chacune un

N, *N'*. patin compris entre

O, *O'*. deux glissières permettant à ce dernier un mouvement suivant une droite passant par le centre du balancier. Les glissières sont maintenues à une extrémité par

P, *P'*. quatre boulons de fondation et vers l'autre par

Q, *Q'*. deux étriers en dessous desquels elles sont assujetties. Ces étriers sont d'une hauteur suffisante pour permettre le mouvement des poulies. Les tiges *K*, *K'* traversent

T, *T'*. des crosses en fonte qui reçoivent chacune

U, *U'*. deux cours de poutrelles en double *T* de 6 mètres de longueur assemblées au moyen d'éclisses et de boulons et portant, à chaque assemblage, un palier à deux hommes reposant sur un châssis en cornières. Chaque cours de poutrelles est guidé par des sabots de fonte fixés à différents endroits du puits. Des poulies d'équilibre et des patins de retenue préviennent les accidents à survenir en cas de rupture des tiges.

Le dessin représente l'appareil à l'extrémité de sa course; afin de réduire encore l'emplacement qu'il occupe, il est établi sous le sol jusqu'au centre du balancier.

Différents moyens peuvent être employés à produire le mouvement des échelles. Nous ne parlerons pas de celui qui consiste à faire usage de deux cylindres conjugués ver-

ticaux attaquant directement les tiges, nous croyons avoir suffisamment établi ses inconvénients pour ne plus y revenir. Il nous paraîtrait moins désavantageux encore de faire usage d'un cylindre à double effet vertical ou horizontal et dont la bielle serait directement attachée à un point convenablement choisi vers les extrémités du balancier ou vers sa partie supérieure. On pourrait de la sorte réduire la course de la machine à moins de la moitié de celle des tiges, c'est-à-dire établir entre le diamètre et la course du cylindre moteur les proportions les plus avantageuses. Avec ces machines le temps d'arrêt serait produit à la main ou par le jeu d'une cataracte.

Un système que nous préférons consiste dans l'emploi d'une machine à vapeur à rotation installée selon les exigences des lienx, à côté ou au-dessus de l'appareil d'équilibre et qui attaque celui-ci, soit par la partie supérieure du balancier, soit par le milieu d'un des arbres de poulie. C'est cette dernière disposition qui est représentée, pl. II, fig. 1 et 2. Le piston à vapeur à double effet communique un mouvement de rotation à l'arbre *Q* sur lequel sont calés un volant et un pignon engrenant avec la roue *R*; celle-ci porte le bouton de la bielle *S* qui transmet le mouvement au balancier. Nous ferons observer que, contrairement à ce qui a lieu dans les machines à varlets ordinaires, le bouton de la bielle *S* est sur un cercle d'un diamètre seulement égal à la moitié de la course des tiges. Le bouton ayant un mouvement circulaire uniforme, il se produira dans le sens vertical aux environs des positions supérieure et inférieure du bouton de la bielle, un ralentissement progressif de vitesse déterminant les points d'arrêt des échelles.

Si un obstacle quelconque s'opposait à la disposition des échelles que nous venons d'indiquer, on pourrait, en modifiant l'appareil d'équilibre, les placer différemment. Il faudrait pour cela amener les balanciers extrêmes dans un même plan parallèle aux balanciers principaux,

équidistant de chacun d'eux, et les raccourcir pour donner aux tiges l'écartement nécessaire. On s'éloigne ainsi de la propriété géométrique fondamentale et la rectitude du mouvement des échelles en est d'autant plus altérée que les amplitudes des oscillations des balanciers sont plus considérables. Pour diminuer cet effet, il y a lieu d'imiter ici le tracé adopté dans la construction du parallélogramme de Watt, c'est-à-dire de déterminer la longueur des bras de levier qui correspondent aux glissières, de façon à obtenir la rectitude au milieu et aux extrémités des courses. En ce qui concerne l'amplitude des oscillations, il est pratiquement reconnu que pour rester dans les conditions d'une bonne machine, il est indispensable de donner aux balanciers une longueur au moins égale à une fois et demie la course des échelles. Il résulte immédiatement de ce fait que l'appareil devient plus lourd et plus coûteux, plus encombrant, bien qu'il fonctionne d'une manière moins parfaite. Nous ferons observer qu'il offre cependant encore une grande sécurité dans l'équilibre; en effet, la direction que les glissières impriment aux mouvements des balanciers extrêmes est compatible avec la marche d'un tirant qui les réunit par leurs parties inférieures. Cet organe, qui annule presqu'entièrement le frottement sur les glissières, établit entre les tiges une telle solidarité de mouvements que la rupture d'une glissière n'entraverait pas la marche, et la sécurité qu'il ajoute est si grande que la suppression même des deux glissières n'amènerait pas le moindre accident.

Résumons maintenant les principaux avantages du système. L'équilibre des tiges, établi à la fois par une chaîne et en cas de rupture de celle-ci par de fortes glissières en fonte est sans aucun doute mieux assuré que dans les diverses machines à traction directe; l'appareil d'équilibre, par son mode d'action se rapproche du reste beaucoup des machines du second type. L'emploi d'un moteur à rotation achève évidemment de placer l'appareil que nous proposons

dans les conditions de bonne marche et de sécurité qui n'appartiennent qu'aux fahrkunsts à varlets. Au surplus, les inconvénients signalés pour celles-ci nous paraissent complétement évités ; une simple inspection du plan indique combien ici les dimensions sont restreintes. Ce qui achève, selon nous, d'établir la supériorité du système que nous proposons, résulte de la suppression des énormes bielles qui, dans les machines à varlets, servent à la suspension des échelles ; les extrémités des varlets jouissant ici d'un mouvement rectiligne, elles peuvent, de même que les deux tiges de piston d'une machine à traction directe, recevoir immédiatement les échelles mobiles. La rectitude du mouvement, en même temps qu'elle supprime les bielles de suspension, permet en outre d'établir l'appareil d'équilibre au niveau du sol et évite ces constructions élevées qui encombrent à grands frais la surface aux environs des puits. Pour terminer, nous montrerons cependant que les avantages qu'il présente n'entraînent pas une augmentation des frais d'établissement. Le devis suivant, qui nous a été remis par un constructeur mécanicien de Liége, prouve au contraire que le prix de la fahrkunst que nous avons décrite est beaucoup inférieur à celui des autres systèmes.

Fahrkunst pour 300 mètres de profondeur avec 3 mètres de course et paliers à 2 hommes distants de 6 mètres.

Machine à rotation de 25 chevaux. . . . . fr.	7,000
Transformation de mouvement, bielle, varlets supports, guides, chaîne ; 5000^k à 60 fr. . . .	3,000
Tiges, guides, poulies, paliers ; 24,000^k à 35 fr.	8,400
100 enveloppes de paliers, en tôle galvanisée ; 200^{m2}, soit 1,600^k à 50 fr.	800
Montage	3,000
Total. . . . fr.	22,200

MINES.

DE

L'INDUSTRIE DU SEL DANS LE CHESHIRE

EN ANGLETERRE,

PAR

Anatole ROPS,

ÉLÈVE DE 4e ANNÉE DE L'ÉCOLE DES ARTS ET MANUFACTURES ET DES MINES, ANNEXÉE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

CHAPITRE Ier.

Des dépôts salifères du Cheshire.

Le Cheshire renferme des couches très-puissantes de sel gemme, mais sa principale richesse minérale consiste en d'immenses nappes souterraines d'eau salée, appelée *brine*, et dont on retire le sel par évaporation.

Ces dépôts salifères s'étendent de Audlem à Frodham, ils sont recouverts de 40 à 55 mètres de morts-terrains composés pour la plus grande partie de marnes, d'argiles et de marnes gypseuses; ils font partie du massif formé par le terrain permien au centre et à l'ouest de l'Angleterre.

Les couches de sel et le brine n'ont été rencontrés cependant que dans le Keuper, c'est-à-dire dans la division supérieure de l'étage triasique du terrain permien.

La limite méridionale du bassin salifère est à Dirtwich et

à Foulwich, sur les confins du Cheshire et à 2 milles environ du Malpas; on vient d'y creuser un puits à travers une couche d'argile de 450 pieds de puissance; à une profondeur de 60 pieds, on a rencontré une petite source de brine qui coule en un jet de la grosseur d'un doigt.

A Bicklay, situé à trois milles de Malpas, et à l'est, il y eut, le 8 juillet 1659, un affaissement soudain du sol qui transforma des champs fertiles en un lieu aride, aujourd'hui encore couvert de broussailles; il porte le nom de Barel-Fall.

A Combermere Abbey, à 4 milles au nord-est de Whitchurch, il se forma, à une époque très-reculée, un vaste étang de brine qu'on exploitait vers l'an 1533.

A Audlem, plus à l'est, des sources salées jaillissent à la surface du sol.

De Audlem à Nantwich, sur une longueur de 7 milles, on exploite le brine des deux côtés de la rivière. Le niveau du liquide salé se trouve à 91 pieds de la surface ou à 86 pieds au-dessus du niveau de la mer, les couches traversées consistent en 20 pieds de marne, 1 $^1/_2$ pied de sable mouvant et 28 $^1/_2$ pieds de marne argileuse avec gravier.

A Aeton, à un mille de Nantwich, se trouve, à la surface du sol, une source de brine peu riche en sel. La composition du brine de Nantwich diffère très-peu de celle du brine de Middlewich.

A Broad-Lane, en creusant un puits on a obtenu de l'eau salée au lieu d'eau douce; c'est le lieu le plus au nord de Nantwich où le brine ait été signalé; le lieu le plus à l'est de la même ville où il y ait des salines, est Hatherton; à 3 milles au nord-est de Audlem, à l'ouest, on a trouvé du brine à Austerton et à Baddington, où il a été exploité.

Il y a aussi des sources salées à Bàddeley, à 5 milles au nord-ouest de Audlem et à 3 milles à l'ouest de Nantwich.

A Spurston, on trouve, dans un champ situé au pied des collines de Peckforton, un banc d'argile rouge; un trou de

sonde de 9 pieds de profondeur qu'on y a fait, fournit une eau salée qui, prise à la source, a un aspect opalin, mais qui devient parfaitement claire après repos. Cette eau laisse par l'évaporation 109 grains de résidu au gallon; elle contient de l'acide carbonique, du sulfite hydrique et d'autres gaz. Le résidu est formé de carbonate magnésique, de chlorure calcique, de sulfure et de carbonate calcique.

De Audlem à Nantwich, le sol est formé d'une épaisse couche de sable légèrement ondulée et formant des vallons arrosés par de petits ruisseaux.

Au nord, d'une ligne passant par Spurston, Baddeley, Nantwich et Broad-Lane, se trouve une zone peu étendue où l'on n'a pas trouvé de sel. Entre cette ligne et une autre allant du Wheelock à Lower Dane, le pays est plat et est couvert d'une couche d'alluvions formée de gravier, de sable et de marne. A Church Coppenhall, en creusant un puits dans le gravier, on a trouvé, à une profondeur de 70 pieds, des dents et des ossements; une de ces dents avait 3 pouces de longueur. Au nord de ce district on rencontre de nouveau le sel. C'est ainsi qu'on exploitait le sel gemme à Lawton, en 1779, et il était d'aussi bonne qualité que celui de Nantwich. Ici les bancs de gypse sont en discordance avec les couches de houille, de meulière et de calcaire de More-Cap et de Cloud. La mine est abandonnée depuis plusieurs années; voici une coupe de ce terrain :

Terre végétale et marnes gypseuses	126 pieds.
Sel.	4
Argilite.	30
Sel.	12
Argilite.	45
Sel (le banc n'étant pas traversé). .	72
Total. . . .	289 pieds.

Le banc de sel supérieur se trouve à environ 290 pieds au-dessus du niveau de la mer.

On exploite le brine aux environs de Church Lawton, sur les deux bords du Wheelock. La nappe d'eau salée se trouve à une profondeur de 225 pieds, mais dans les puits, le niveau d'eau est à 210 pieds, ou environ 200 pieds au-dessus du niveau de la mer. Le brine est de très-bonne qualité : il est presque saturé de sel et a été exploité pendant très-longtemps.

Près de Hassall-Green, on a creusé un puits jusqu'à la profondeur de 190 pieds ou 80 pieds au-dessus du niveau de la mer, sans rencontrer de brine, le terrain se composait de couches de gypse avec des traces de sel.

A Malkins-Banks, au nord-est de la Wheelock, trois puits, très-rapprochés l'un de l'autre, sont en activité et fournissent des quantités considérables de brine presque saturé de sel. Lorsque les pompes travaillent à toute vapeur, elles ne peuvent abaisser le niveau du brine dans les puits que de 9 pieds. La source se trouve à une profondeur de 185 pieds, et le brine se tient à 85 pieds de la surface : soit environ 70 et 171 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Voici une coupe de terrain.

	P.	p.
Marne	100	0
Bancs de gypse avec des petits cristaux de sel gemme	37	0
Marne	3	0
Bancs de gypse compacte	1	6
Marne	3	0
Bancs de gypse compacte	1	6
Marne	3	0
Bancs de gypse compacte	1	6
Marne	3	0
Bancs de gypse compacte	1	6
Marne	3	0

Bancs de gypse très-compacte surtout à la partie inférieure	22 0
Roche et bancs de gypse contenant du brine	2 0
Brine.	1 6
Matière dure non pénétrée que l'on pense être du sel gemme	
Total.	183 6

Le puits fut d'abord creusé, avec un diamètre de 6 pieds, jusqu'à la profondeur de 173 pieds, puis on fit un trou de sonde de 5 pouces de diamètre. Lorsque la sonde eut traversé le banc de gypse contenant du brine, elle descendit tout-à-coup de 18 pouces et sembla s'arrêter sur une substance solide. Aussitôt le brine fit irruption dans le puits et le remplit avec une telle rapidité qu'un des ouvriers fut soulevé à une hauteur de 90 pieds avant qu'on put lui porter secours.

Des puits au brine sont exploités à Wheelock, où il se fait un très-grand commerce de sel.

Au puits Limekiln, à Wheelock-Salt-Works, on exploite un brine très-riche en sel. La source salée est à 180 pieds de la surface, le niveau du brine est 100 pieds plus élevé ou 93 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Le puits le plus à l'ouest, à Wheelock, appartient à la compagnie du canal de Trent et Mersey. Il est situé sur la rive gauche de la Wheelock : c'est un puits au brine et il n'est pas en activité pour le moment. En suivant le cours de la Wheelock à l'ouest du puits ci-dessus, en creusant les fondations d'un viaduc du chemin de fer de Manchester à Birmingham, on a rencontré une source salée. Environ un quart de mille plus bas sur la Wheelock, près de Warmingham, un trou de sonde fut foré à travers 102 pieds de marne et 57 pieds de gypse marneux, en tout 159 pieds ou environ 22 pieds en dessous du niveau de la mer, et on ne

trouva pas de brine. Depuis on n'a plus fait de nouveaux travaux de recherche.

Aucune source de brine n'a été signalée entre la Wheelock et la Weaver; entre ces deux rivières, le sol est couvert d'une couche épaisse de sable, et en quelques endroits, comme à Minshul, Vernon, il est imprégné d'eau saumâtre.

Le point le plus proche de Nantwich où le sel est connu ou exploité, c'est Middlewich. Entre la ligne de salines allant de Lawton à Middlewich et la rivière Dane, le diluvium couvre la plus grande partie du pays.

Cependant on a reconnu que les bancs de gypse, cités ci-dessus, se prolongent jusqu'à la rivière Dane ; on s'est servi pour cette détermination de sondages et des coupes fournies par les rives de la Dane. Ils s'étendent même un peu plus au nord et se terminent probablement à la faille de Rudyard. La marne rouge existe de Lawton à Congleton; elle se trouve au pied et à l'ouest de Mow-Cap.

La couche aquifère affleure sur les bords de la Dane, à l'ouest de l'aqueduc de Bosley. Son allure est irrégulière, sa direction générale est du sud-ouest au nord-est. Près de la faille, l'inclinaison est de 45°, elle diminue jusque 16°, et près de Helmes-Chapel, l'inclinaison est variable, ne dépassant jamais celle de 16°, et étant souvent de 10 à 12°.

A Bug-Lawton, à un demi mille environ de Congleton, on a fait deux sondages sur les bords de la Dane, à une profondeur de 360 pieds et sans trouver de brine.

Entre la Dane et la Wheelock on présume que le sel existe à Arclid, à 2 milles de Sandbach, d'après un affaissement du sol qui s'y est produit.

A Sandbach, on a rencontré les bancs de gypse à 90 et à 143 pieds au-dessus du niveau de la mer, mais il n'y avait pas de brine. On n'a pas trouvé de sel gemme à Middlewich ; dans le creusement des puits les couches qu'on a traversées se composent de bancs alternatifs d'argile bleue ou rouge avec gypse.

A Lawton, à Northwich et à Winsford, la nappe de brine recouvre un banc de sel gemme; on pense qu'il en est de même à Malkins-Bank. A Middlewich, la brine se présente de deux manières tout-à-fait différentes, et qui sont dignes d'attention, car c'est en observant leur manière d'être, qu'on a pu expliquer comment il se trouve dans d'autres districts des sources salées, n'ayant aucune connexion apparente avec les bancs de sel gemme.

Dans sept puits, à Middlewich, le brine sort d'une couche de gravier noir enclavé entre deux bancs d'argilite. Dans la plupart de ces puits il n'y a qu'un jet de brine, à 78 pieds de la surface : c'est la profondeur à laquelle les puits ont été creusés dans le principe. Plus tard, on les approfondit et on découvrit deux autres sources, l'une à 126, l'autre à 144 pieds. Ces puits ont maintenant une profondeur qui varie entre 78 et 309 pieds. Le niveau du brine est à 18 pieds de la surface; il produit 2 livres 6 onces à 2 livres 8 onces de sel au gallon.

Il y a à l'est de la ville un puits qui diffère de ceux que nous venons de citer; on le creusa d'abord jusqu'à la profondeur de 135 pieds, puis on le porta à 177 pieds, au moyen d'un trou de sonde garni de tubes en fer. Au bout de huit ans, la source de brine vint à tarir : alors au niveau de 135 pieds, on fit une galerie de 10 pieds de longueur, à l'extrémité de laquelle on fit un nouveau trou de sonde vertical et de 42 pieds de profondeur. Depuis ce temps la brine a toujours afflué dans le puits d'une façon régulière et en quantité plus que suffisante. Ce puits est si ancien qu'on ne sait quand ni par qui il a été creusé; le niveau du brine est si près du sol qu'on peut en puiser avec la main. Ce liquide contient 2 livres 12 onces de sel par gallon. A en juger d'après la quantité de brine qu'il fournit et le niveau auquel le liquide s'élève, ce puits est creusé sur ou près d'une faille dans laquelle le brine venant des couches où il s'est saturé, s'élève comme dans un puits artésien. De

cette faille le brine suinte à travers le gravier noir placé entre les bancs horizontaux de gypse et va ainsi alimenter les autres puits. De cette façon on peut s'expliquer comment il existe des sources salées n'ayant aucun rapport apparent avec les couches de sel gemme. Il est d'ailleurs facile de prouver l'existence d'une faille entre Middlewich et Winsford; en effet, dans la première localité, dans les puits creusés à une profondeur de 177 et 309 pieds, soit 57 et 214 pieds en dessous du niveau de la mer, on n'a pas rencontré de sel gemme, tandis qu'à Winsford, on le trouve à une profondeur de 150 à 180 pieds ou environ 90 à 120 pieds en dessous du niveau de la mer. Il est bien évident aussi qu'il n'y a aucune connexion entre le réservoir, la nappe de brine de Middlewich et celle de Winsford, car si elles communiquaient, le brine s'éleverait au même niveau dans les deux endroits. Tel n'est pas le cas cependant, car à Winsford le brine s'élève à peu près au niveau de la mer, tandis qu'à Middlewich, il se tient au contraire à 120 pieds au-dessus du niveau de la mer.

A un mille environ au nord-ouest de Middlewich, à Flint-Mill, se trouve une source de brine non encore exploitée.

Entre ce point et Leftwich, il n'y a pas de source salée à la surface et on n'a encore fait aucune recherche à ce sujet. Près de Manors-Hall, à un mille au sud de la ville, on a exploité un ancien puits situé au bord de la Wheelock, près de l'aqueduc : il fournissait du brine de bonne qualité et en abondance. Ce puits est maintenant abandonné. Entre ce puits et Weever-Hall, situé à un mille et demi au sud-ouest, il n'existe aucune saline, cependant des affaissements du sol qui se sont produits, à Clive et à Weever-Hall, prouvent qu'il s'y trouve des sources salées. A Clive, il y a environ 15 ans, un champ descendit de 3 pieds en une nuit. A Weever-Hall, le même phénomène eut lieu, de plus, le mouvement continue, et des champs, cultivés il y a

quelques années, sont maintenant couverts d'eau et forment des étangs qui s'accroissent sans cesse.

Tout le long de la rivière, jusque près de Winsford, le pays continue à descendre. Près de Stock's Stairs, à environ un demi mille au delà de Winsford la partie du terrain qui s'affaisse forme deux zones à l'est et à l'ouest de la rivière dont les rives conservent leur niveau; le pont ne s'affaise pas non plus.

Winsford est le centre d'un autre groupe de salines, elles sont établies sur les deux bords de la Weever jusqu'au nouveau pont, à deux milles environ au nord-ouest de la ville. Les salines paraissent stables, quoique des fissures commencent à se montrer sur la colline, située à l'ouest de la ville et au bord de la rivière. Ces salines ne travaillent que le brine.

Le niveau des sources d'eau salée se trouve à une profondeur de 150 à 180 pieds, soit de 90 à 120 pieds audessous du niveau de la mer. Dans les puits, le brine se tient à peu près au niveau de la mer, mais quand les pompes sont en mouvement, le niveau baisse de 45 pieds.

L'existence du sel gemme a été prouvée de Winsford à Newbridge au moyen des nombreux puits qu'on y a creusés. Dans la plupart des cas, les travaux ont été inondés par les sources d'eau salée, ces puits ont alors servi à l'extraction du brine. Les morts-terrains se composent de marnes bleues ou rouges avec gypse. La nappe de brine recouvre directement le banc supérieur du sel gemme. Ce banc a 120 pieds d'épaisseur, le sel est impur et on ne l'exploite pas. Il diffère du banc supérieur, à Northwich, en ce que à 4 $^1/_2$ yards et à 16 yards de la surface du banc, on trouve deux lits de pierre épais de 1 yard. A Northwich, le banc supérieur de sel gemme a une puissance de 84 à 90 pieds, et sa partie supérieure est ravinée probablement par l'action du brine. A Winsford, la surface du banc est formée d'ondulations parallèles dirigées de l'ouest à l'est. Ce banc de

sel repose sur un lit d'argilite appelée « stone, » de 33 à 36 pieds d'épaisseur. Comme le lit similaire à Northwich, où il a 30 pieds d'épaisseur, ce lit d'argilite est traversé par des veines (leaders) de sel gemme.

Sous la couche d'argilite se trouve le second banc de sel. Ici comme à Northwich, la partie supérieure est impure sur une épaisseur de 60 à 75 pieds; en dessous on exploite une couche de sel de bonne qualité et d'une puissance de 15 pieds. Puis le sel redevient impur et n'est plus exploitable. Ce second banc de sel a été exploré sur une profondeur de 120 pieds, sans qu'on ait pu le traverser. Entre Newbridge, Moulton et Northwich, on n'a pas trouvé de sel gemme. Il y a probablement un rejet près de Moulton, car on a trouvé une différence de 20 yards dans l'épaisseur de la couche de sel gemme, dans deux sondages faits à 100 yards l'un de l'autre.

Entre Moulton et Leftwich, on a constaté l'absence de sel gemme. Près de Hartford-Bridge et de Eaton, de petites sources de brine coulent sur le sol; on y a fait des sondages jusqu'à une profondeur de 240 pieds, ou de 138 pieds en dessous du niveau de la mer, mais de brine point. Ces sondages ont servi à fixer la direction de la faille qui existe entre Northwich et Winsford. Au sud de cette faille, à Winsford, le sel gemme est à une profondeur de 90 à 120 pieds en dessous du niveau de la mer; à Northwich, au nord de la faille, cette profondeur n'est que de 39 pieds.

A Hartford Elough, à un mille au delà de Northwich et à Leftwich, on fit plusieurs sondages qu'on dut abandonner à cause d'un amas de sable mouvant.

Dans le puits de M. Marshall à Northwich, on trouve le sel gemme à 55 pieds en dessous du niveau de la mer.

Le niveau du brine dans les puits varie avec le nombre de salines en activité, quand le travail est actif; le brine se tient de 34 à 46 pieds en dessous du niveau de la mer.

Le sel gemme est exploité à Northwich depuis deux siè-

cles environ : on le découvrit par hasard en 1670 à Marbury, près de cette ville.

Le district salifère de Northwich comprend Hartford, Castle-Northwich et Winington, sur le bord ouest de la Weaver : Leftwich entre la Weaver et la Dane, Wiston et Northwich ayant la Dane au sud, la Weaver à l'ouest et Witton-Broak au nord; enfin, Marbury et Anderton sur la rive droite de la Weaver.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, on a fait peu de tentatives à Leftwich pour exploiter le brine, à cause de l'épaisseur de la couche de sable. Il y a quelques années on a fait descendre un tube en fer jusqu'à une profondeur de 96 pieds. Dans le reste du district le sel gemme et le brine se trouvent au même niveau et sont exploités dans les mêmes conditions; ce qui nous permettra d'en parler en même temps.

La profondeur à laquelle se trouve le banc supérieur à Northwich varie avec les ondulations du sel et aussi d'après les irrégularités de la surface du banc du sel gemme.

On rapporte qu'il y avait à Northwich, sur le bord de la Dane, une source salée, d'où le brine se rendait au moyen d'un long chenal en bois, dans les salines où il était évaporé; cette source n'existe plus.

Nous venons de voir que la profondeur à laquelle on trouve le sel gemme est variable, elle est de 96 à 259 pieds. Holland assure que le banc supérieur de sel commence à 87 pieds seulement de la surface, à Witton et à Wincham-Broak, soit donc à 39 pieds en dessous du niveau de la mer. Au nord-ouest du district, la puissance du banc supérieure de sel gemme est de 84 à 90 pieds, à l'est elle n'est que de 80 pieds, cette puissance décroit aussi vers le sud-ouest d'environ 15 pieds par mille.

Plus bas, se trouve une couche d'argilite de 30 pieds d'épaisseur et traversée par des veines de sel, cette argilite recouvre le second ou grand banc de sel.

Ce second banc de sel se compose, d'abord d'une couche de 60 à 75 pieds de sel mélangé de terre qu'on n'exploite pas, puis d'une couche de sel assez pur ayant 12 à 15 pieds de puissance et qu'on exploite. En dessous, le sel renferme autant de terre que dans la partie supérieure du banc. Ci-dessus nous avons comparé ces bancs à ceux que nous avons décrit en parlant du district de Winsford.

Il y a quelques années, on a traversé le grand banc à Marston, au nord de Northwich, dans un puits appartenant à M. Nieuman, on lui a trouvé une puissance de 96 pieds; on a creusé jusque 117 pieds sans pouvoir le traverser.

A Marston, on a fait un sondage en dessous du grand banc et voici les couches qu'on a traversées :

	P.	p.
a. Pierre bleue ou brune lamellaire	5	8
b. Sel rouge veiné d'argile	6	7
c. Sel rosé.	3	4
d. Pierre brune compacte, avec de petites lamelles de sel	13	9
e. Sel rose.	6	0
f. Pierre brune et bleue compacte avec lamelles de sel	7	6
g. Banc inférieur de sel, couleur variant du blanc au rouge, avec veines d'argile bleue.	11	6
h. Pierre bleue et brune compacte lamellaire	77	0
i. Pierre bleue légère, feuilletée avec de petits cristaux de sel	9	0
k. Pierre compacte lamellaire bleue ou brune, avec de petites veines de sel	11	0
	151	4

La profondeur totale du puits est de 499 pieds 4 pouces, elle se divise ainsi :

	P.	p.
De la surface au banc supérieur	127	0
Banc supérieur.	85	0

Pierre	30	0
Second banc de sel	106	0
Pierre, sel, etc	151	4
	499	4

L'extraction continuelle du brine et du sel gemme à Northwich a amené, en certains points, des affaissements très-étendus du sol.

On doit attribuer à la dissolution de la partie supérieure du banc de sel gemme, l'irrégularité de sa surface, et les dérangements des couches qu'il supporte et qui se sont déposées, lors de leur formation, sur une surface de niveau.

Le long de la Dane, aucun mouvement ne s'est produit dans le sol, et le pont sur cette rivière, à Northwich, n'a subi aucune altération.

Le point le plus au nord, sur la Weaver, à Castle-Northwich, où le terrain descend, c'est à Navigation Yard, sur la rive gauche de la rivière et un peu au sud du pont. L'affaissement est de 8 pouces, près de la Weaver et de plus de 6 pieds près de la route de Chester.

Au delà de Dane-Bridge, on ne remarque aucun indice du mouvement de descente; mais entre ce pont et le confluent de la Dane et de la Weaver, le sol baisse d'une façon très-rapide. Près de l'écluse de Nortwich, un ancien puits d'une mine de sel gemme vint à s'ébouler; il se forma, en peu de temps, un grand entonnoir qui se remplit d'eau, puis le sol continuant à descendre, ce petit lac finit par se réunir à la Weaver, et il sert maintenant de bassin. Au delà de cette écluse le mouvement de descente continue le long de la Weaver; dans les salines placées sur ses bords, on a été obligé d'élever les chaudières d'évaporation de 3 à 4 pieds dans les unes, de plus de 6 pieds dans les autres, cette mesure ne servit que pour un temps, et en juin 1846, on dut abandonner cinq de ces salines, et depuis lors presque toutes les autres ont subi le même sort. Ajoutons qu'à cette

époque l'affaissement était de trois pouces par semaine.

Le long de Witton-Brook, il s'est formé un lac dont la profondeur est maintenant de 20 pieds et qui s'agrandit rapidement. On constate, par les fissures du sol et les lézardes des maisons que le mouvement continué jusque Winnington-Hall, où il paraît cesser.

Feu M. Fowls, inspecteur de la navigation sur la Weaver, rapporte en ces termes les mouvements du sol qui se sont produits le long de cette rivière : « En 1802, la Weaver se » divisait en deux bras à Witton-Brook; l'un était navi- » gable et l'autre ne l'était pas. Le long de celui-ci, je vis » construire à cette époque plusieurs salines, le sol, qui » était beaucoup au-dessus du niveau de la rivière, com- » mença alors à baisser rapidement. En 1811 les proprié- » taires riverains réclamèrent, avec instance auprès du co- » mité de navigation, en alléguant que l'élévation de l'eau à » l'écluse de Witton-Brook et de Witton-Mile portait un » préjudice grave à leurs propriétés. On supprima l'écluse » de Witton-Brook, et à celle de Witton-Mile on baissa le » niveau de l'eau de 4 pieds; le bras qui n'était pas navi- » gable, et qui avait alors un tirant d'eau de 6 pieds, fut » réuni à l'étang situé plus bas que l'écluse de Witton et » servit au passage des bateaux. Ces travaux se firent en » 1811 : ils eurent pour effet de démerger les prairies; » mais ce ne fut que pour un certain temps, car le sol con- » tinuait à descendre. En 1842 l'étendue submergée était » de 20 acres; quant au tirant d'eau de la rivière, là où il » était de 6 pieds en 1811, on le trouva en 1843 de 10, 20, » 30 pieds et même plus. Ainsi, durant ce laps de temps, » le sol avait baissé de 24 pieds.

» Il y avait à Witton-Brook des chantiers et des quais, » leur niveau baissa peu à peu; en 1843, on dut les aban- » donner, car l'eau commençait à les couvrir. De 1839 à » 1843 ils s'étaient affaissés de 3 pieds. »

Ici se bornent les renseignements que nous avons pu re-

cueillir sur le bassin salifère du Cheshire. Avant de décrire les procédés de fabrication du sel, nous dirons quelques mots de l'historique de cette industrie.

L'industrie du sel est très-ancienne en Angleterre, car on sait que les anciens Bretons appelaient « Black-Salt-Town » — ville noire au sel — la ville de Winsford qui se trouvait près des premières mines de sel, et aujourd'hui ce nom conviendrait encore très-bien à cette ville, dont les nombreuses salines sont composées de hangars très-bas, couverts de toits en bois que le temps et la fumée de charbon ont rendus sales et noirs.

Les mines de sel ont été révélées par les sources salées qui existaient à une époque très-reculée près de Winsford et dont il ne reste plus de traces aujourd'hui.

Camden parle en effet d'une source salée, entourée d'une margelle, à laquelle des ouvriers demi vêtus allaient remplir des outres en cuir pour les porter ensuite dans les salines, où le brine évaporé dans de grandes bassines d'airain laissait le sel pour résidu. Comme on le pense bien, cet antique procédé n'existe plus qu'à l'état légendaire. Aujourd'hui le sel livré au commerce est produit dans deux genres d'établissements tout-à-fait différents, et qu'on a souvent le tort de confondre, ce sont les *mines de sel gemme* — rock salt-mines — et les *salines* ou *usines à sel* — salt-works.

Dans les premiers, le sel gemme est extrait en blocs, et livré à la consommation tel qu'il sort de la mine, soit après avoir été raffiné.

Dans les seconds, après avoir creusé un puits, on pompe l'eau salée qui s'y amasse et on l'évapore à l'air libre au moyen d'un foyer.

Nous décrirons d'abord les mines de sel gemme, nous donnerons ensuite la fabrication du sel au moyen du brine et nous terminerons par un aperçu sur le commerce du sel à Liverpool.

CHAPITRE II.

Exploitation du sel gemme.

Les principales mines de sel gemme du Cheshire se trouvent dans les environs de Wincham; Winsford n'en a plus qu'une en activité.

Wincham est un bourg situé à deux kilomètres de Northwich, il est relié à la Weaver par un canal. Winsford sur la Weaver, petite rivière canalisée, est en communication avec le centre de l'Angleterre par le London and North Western railway.

Le sel gemme s'exploite par tailles en gradins droits et piliers abandonnés. Ce type d'exploitation est très-simple et offre de grands avantages, grâce à l'horizontalité et à la puissance des couches exploitées, ce mode est constant et les légères modifications qu'il présente proviennent surtout de la consistance variable du sel et de la manière dont le toit se soutient.

Nous indiquerons ici la méthode employée dans une mine de la « Salt British Company. »

On creuse, au milieu de la concession, deux puits ronds de $1^m,20$ à $1^m,50$ de diamètre et à une distance de 4 à 5 mètres d'axe en axe. Entre eux passe le railway qui sert d'abord à l'enlèvement des déblais, puis au transport du sel.

Le creusement se fait au pic ou à la poudre, selon la dureté de la roche, et comme celle-ci se soutient très-bien, on se passe presque toujours de boisage provisoire, seulement, lorsque le puits est achevé, on le boise à la partie supérieure, sur une hauteur de 27 à 30 mètres au moyen de cadres carrés en bois et de lambourdes. Sans cette précaution le terrain pourrait se déliter, s'ébouler et amener des accidents très-graves.

Le creusement de ces puits se fait à très-peu de frais, à

cause de la nature du terrain, et parce qu'il n'y a pas d'eau à épuiser.

Au-dessus de chaque puits on installe une belle-fleur ou châssis à molette, en tout semblable à ceux qui sont employés dans les houillères.

Les couches que le puits traverse se composent de 40^m de pierre, de marnes et de terre, de 30^m de sel, de 10^m de pierre et de 20^m de sel. Lorsqu'on est arrivé à la profondeur de 100 mètres (110 yards) on rencontre la couche de sel exploitable, et après avoir déblayé une chambre pour le chargeage, on commence les tailles en gradins droits.

L'extraction du sel, la descente et la remonte des ouvriers se font au moyen de tonnes en bois qu'on accroche à une couronne en fer guidée par deux câbles métalliques. Inutile de dire que tandis qu'une tonne descend dans le premier puits, une autre tonne monte dans le second.

Les câbles des tonnes sont en chanvre, on ne peut employer d'autres guides que des câbles métalliques, parce que la partie inférieure des puits creusée dans un banc de sel impur n'est pas boisée.

La machine d'extraction est verticale, elle a une force de 15 à 20 chevaux vapeur.

Les piliers abandonnés sont placés suivant des lignes se coupant à angle droit, ils sont carrés et ont 6^m,40 à 7^m,30 (7 à 8 yards) de côté, en section horizontale. Il y a quelques années, on les plaçait à 55 et même à 60 mètres de distance, mais plusieurs éboulements étant survenus, on a été obligé de les rapprocher, et on les place maintenant à 50 mètres (55 yards) seulement l'un de l'autre.

La couche de sel exploitée a une épaisseur moyenne de 4^m,10 (13 $^1/_2$ pieds) et on la prend en 4 fois, en commençant par la partie supérieure. On fait d'abord, à une distance de 1^m,40 du toit, une rainure ou crabot de 0^m,40 de hauteur sur 0^m,50 à 0^m,60 de profondeur, et cela sur la

longueur de la taille, c'est-à-dire 50 mètres; puis on fait sauter en 3 ou 4 fois la couche de 1^m,40 qui se trouve entre le crabot et le toit. On répète cette opération plusieurs fois de façon à avoir un premier gradin.

En dessous, il reste une épaisseur de sel de 2^m,30 qu'on enlève en 3 fois, cela forme deux autres gradins droits.

Le premier gradin a donc 1^m,80 de hauteur sur 1^m,50 environ de largeur, et les autres ont seulement 0^m,75 de hauteur sur 1^m à 1^m,25 de largeur.

L'avancement moyen est de 0^m,60 environ.

Tout le travail se fait à la poudre, les mineurs forent les trous de mine au moyen de grands fleurets en fer armés d'une pointe d'acier. Ces fleurets ont un diamètre de 0^m,025 (1 pouce) et sont longs de 1^m,60 à 1^m,80; chaque mineur est armé d'un fleuret et le manœuvre en restant debout, et frappant la roche à coups précipités.

Les trous de mine percés obliquement pour faciliter l'action de la poudre sont placés à 0^m,60 du bord du gradin et espacés de 0^m,90 à 1^m,30 (1 à 1 $^1/_2$ yard.)

Ce système d'exploitation par gradins droits a un désavantage évident, c'est que la roche se détache plus difficilement qu'avec les gradins renversés, et l'on doit faire tomber le sel d'un gradin sur le suivant, ce qui augmente la main-d'œuvre; mais d'un autre côté, les gradins droits facilitent singulièrement le forage des trous de mine, et c'est cette considération qui leur a fait donner la préférence.

Chaque taille est desservie par un poste de 8 à 10 hommes qui travaillent ensemble successivement à chaque gradin.

Pour tirer une mine, on se borne à verser la charge de poudre dans le trou, on place la mèche, on bourre avec du sel en poudre, puis on y met le feu. Souvent la poudre ne fait que soulever ou fissurer la roche; alors on achève le travail avec le pic (pike) et le levier (claved handspeek). Les blocs de sel sont chargés dans les tonnes, qui sont

placées, pour le transport intérieur, sur des trains à 4 roues roulant sur rails. Les petits chemins de fer qui servent à ce transport se font d'une façon très-économique; on pose bout à bout sur le sol des rails Brunel, et on les y fixe par des crampons en fer, enfoncés à coups de masse.

Comme il ne se produit pas de gaz détonnants dans ces mines, les mineurs s'éclairent au moyen de lampes ouvertes, et le plus souvent avec des chandelles qu'ils fixent aux parois des galeries au moyen d'argile.

Le tirage à la poudre, la respiration des mineurs, l'éclairage sont autant de causes qui vicient l'air de la mine, cependant l'aérage naturel qui se fait par les puits d'extraction suffit toujours; on a même recommencé à exploiter des mines abandonnées depuis plusieurs années, sans les avoir aérées au préalable et sans le moindre inconvénient. La température qui règne dans ces mines est à peu près celle de nos appartements, 64° Fahrenheit, et les mineurs, dont le travail est assez rude, sont très-légèrement vêtus. Un fait remarquable dans la mine que nous avons visitée à Wincham, c'est qu'il n'y vient pas d'eau; il n'y a donc pas de machine d'épuisement. A cela on peut ajouter que le sol. uni, couvert d'une mince couche de sel pulvérisé, permet de s'y promener aussi aisément que sur une plage. Cette disposition du sol jointe à la hauteur des chambres, fait d'une visite dans ces travaux, une excursion pleine de charmes, — au lieu d'un supplice comme dans les houillères — et si l'on fait au visiteur l'honneur de quelques feux de Bengale, alors, du sein de l'obscurité, jaillissent mille lueurs fantastiques, alors les facettes cristallines des piliers et de la voute jettent mille étincelles brillantes et offrent un spectacle magique, éblouissant! Puis.... tout retombe dans une nuit plus noire que le néant, et on ne voit plus que les mineurs, à peine éclairés par leur petite chandelle, et appuyés sur leur long fleuret de mine.

Les mineurs gagnent 3 à 4 francs par jour en été, quand

l'extraction est active, mais en hiver la demande est faible et leur salaire varie entre 2 et 3 francs par jour.

En général, le propriétaire ou le concessionnaire de la mine fait marché avec des entrepreneurs qui reçoivent un prix déterminé par tonne de sel extraite, et ce prix varie de fr. 4 35 à fr. 5 60 (3 sh. 6 d. à 4 sh. 6 d.). Ceux-ci engagent des ouvriers avec lesquels ils travaillent, leur fournissent la poudre et les paient aussi par tonne.

Comme on le voit par ce qui précède, ces mines sont dans d'excellentes conditions d'exploitation; en effet, le boisage, les remblais, l'épuisement, l'aérage, qui occasionnent des frais très-considérables dans les mines métallurgiques et les houillères, n'existent pas ici. Les facteurs du prix de revient sont donc la main-d'œuvre pour l'arrachement, le transport intérieur, l'élévation au jour : ce qui monte à fr. 6 60 à la tonne, auxquels il faut encore ajouter un péage (royalty) de 0, fr. 45 (4 ½ pence) au profit du propriétaire du sol. La tonne de sel revient, par conséquent, à fr. 7 05, sur le carreau de la mine, et le prix de vente est maintenant de fr. 7 50.

Le sel gemme de Wincham est rarement blanc et pur, il est presque toujours coloré en jaune ou en brun plus ou moins foncé, et le même bloc présente souvent toutes ces colorations réunies. Les parties blanches, limpides se clivent très-facilement en beaux cubes, ressemblant à du cristal de roche, sauf la forme cristalline.

Les parties colorées se clivent moins bien, se cassent en lamelles et quelquefois se divisent en fragments irréguliers. La coloration jaune ou brune est due à la présence des matières organiques, bitumineuses, mélangées mécaniquement au sel.

On a fait quelques recherches au mur de la couche exploitée, mais jusque maintenant elles n'ont pas abouti, on ne trouve que du sel mélangé d'argile brune, puis un lit de quelques centimètres de sel à l'état fibreux, coloré en

rouge vif par de l'oxyde de fer ; en dessous commence une puissante couche de sel coloré en brun comme celui du toit de la couche exploitée. On a creusé jusqu'à une profondeur de 15 à 20 mètres et on n'a pas été plus bas.

Au sortir de la mine les blocs de sel gemme sont ordinairement triés, ceux qui sont assez purs sont vendus pour servir à la nourriture du bétail. Les autres sont dissouts dans de l'eau fraîche, après avoir été concassés, et quelquefois triés de nouveau. La dissolution est envoyée dans de grands réservoirs pour s'y éclaircir, puis traitée, comme nous le dirons tantôt, pour l'eau salée naturelle. Une grande quantité de ce sel gemme est envoyée en Prusse et en Belgique pour y être raffinée.

Dans les environs de Winsford, on a fait plusieurs essais pour exploiter les couches de sel gemme qui s'y trouvent, mais ils ont échoué par suite de l'abondance du brine qui afflue dans les travaux et il n'y a plus qu'une mine en activité. Dans cette mine les morts-terrains ont une puissance de 45 à 50 mètres, puis on trouve une première couche de sel gemme qui a 55 mètres d'épaisseur, elle est appelée couche supérieure (upper mine), et ne renferme qu'un produit de qualité inférieure, aussi n'est-elle plus exploitée. Elle est séparée de la couche inférieure (lower mine) par un lit de pierre bleue (bleuish stone) de 6^{m},40 d'épaisseur et appelée par les ouvriers « métal. » Ce lit est traversé par des filons verticaux de sel gemme reliant les deux bancs de sel.

On ne connaît pas encore la puissance du banc inférieur, mais on sait que le sel exploité à une profondeur de 28 mètres est de beaucoup supérieur à celui qu'on extrait de la partie supérieure du banc.

CHAPITRE III.

Fabrication du sel.

Nous venons de voir que le sel gemme s'extrait à très-bas prix, mais il est impur, il doit être dissout, raffiné, ce qui est coûteux, aussi a-t-il été détrôné par le sel fabriqué au moyen de la dissolution naturelle de chlorure sodique, le brine. Un grand nombre des couches de sel du Cheshire sont baignées par des quantités immenses de brine et pour se procurer une source intarissable du liquide précieux, il suffit de creuser un puits de mine.

Nous avons dit ci-dessus, à quelle profondeur on trouve le brine et le niveau auquel il se tient dans le puits. Pour éviter que des pierres ou de la terre ne tombent au fond du puits et n'aillent souiller le brine, on garnit les puits d'un boisage formé de cadres carrés en bois et de lambourdes.

Lorsque le puits est creusé on y installe deux pompes qui envoient le brine dans deux grands réservoirs où il se débarrasse des quelques impuretés qu'il entraîne avec lui.

Les pompes sont en tout semblables à celles qui servent de machines d'épuisement dans les houillères anglaises, et la machine à vapeur qui les met en mouvement à une force effective de 30 à 80 chevaux vapeur.

Les réservoirs de repos sont placés à un niveau supérieur à celui des chaudières d'évaporation ; ils sont carrés ou rectangulaires, ont 40 à 80 mètres de côté et 2 à 3 mètres de profondeur, et les parois sont légèrement déversées en dehors. Ces réservoirs sont en maçonnerie de briques, hourdées de mortier hydraulique, et ils sont rendus étanches par une couche d'argile qui s'étend sur le sol et enveloppe les parois. Leur construction est donc la même que celle des filtres et des réservoirs établis par la compagnie de Soutwark, à Battersea, au bord de la Tamise.

Il y a actuellement plus de 30 puits en activité sur une superficie de 6 à 7 milles carrés, le long de la Weaver, dans le district de Winsford, ils fournissent au moins 30 millions d'hectolitres de brine par an, cependant de mémoire d'hommè, le niveau du brine dans ces puits n'a pas baissé.

Évidemment le phénomène qui se passe là est le même que celui qui donne naissance aux puits artésiens. Les bancs de sel et la nappe de brine sont compris entre deux couches d'argilite (indurated-clay) imperméables, et formant bassin; les eaux des rivières sous lesquelles passent les affleurements de la couche aquifère et les eaux pluviales viennent s'amasser dans ce bassin, dissolvent le sel avec lequel elles sont en contact, et de là cette inépuisable nappe de brine qui alimente toutes les salines du Cheshire.

Ce brine est une solution presque saturée de chlorure sodique, elle en renferme 25 à 26 °/₀ (2 livres 9 onces à 2 livres 12 onces par gallon impérial) et l'on sait que l'eau saturée de sel en contient 26,2 parties et à 0°, de plus ce brine est d'une excellente qualité, car il n'est pas altéré comme l'eau salée du pays de Salzbourg et de la Souabe, par des quantités notables de sulfate de chaux et de soude, de sulfate et de chlorure de magnésie; il est souvent chimiquement pur et celui qui ne l'est pas renferme quelques millièmes de bicarbonate ou de sulfate de chaux.

Nous avons parlé dans le premier chapitre de ce travail des mouvements du sol qui se sont produits dans le Cheshire, il nous reste à en dire quelques mots relativement au district de Winsford. Depuis que la fabrication du sel au moyen du brine y a pris un grand développement, il se produit aussi en plusieurs endroits de ce district ce phénomène d'affaissement lent et continuel du sol; il est amené par la dissolution des couches de sel gemme, et l'épuisement de l'eau salée qui en provient. Un effet général de ce mouvement, c'est de lézarder les maisons, au point que

plusieurs d'entre elles menacent ruine et ont dû être abondonnées. Un second effet c'est la formation dans le sol de profondes cavités qui ne tardent pas à se remplir d'eau, ainsi près de Winsford, il s'est formé depuis plusieurs années un lac de 28 hectares (70 acres) de superficie. A Anderton, il y a d'autres lacs de moindre étendue qui n'existaient pas il y a dix ans, et au milieu desquels il n'est pas rare de voir des maisons à demi submergées.

Entre Anderton et Wincham, se trouve une grande saline qui a été construite sur une éminence et qui est aujourd'hui au niveau de la Weaver; si le mouvement de descente continue, comme il y a tout lieu de le supposer, dans 7 ou 8 ans la fabrique sera sous l'eau, et ce qui est le plus désagréable pour les personnes lésées, c'est qu'elles ne peuvent réclamer de dommages-intérêts aux exploitants, dans l'impossibilité où la justice se trouve de savoir par quelle usine le dommage est causé.

On se rend facilement compte de ce phénomène d'affaissement, si l'on se rappelle qu'on extrait annuellement dans les environs de Winsford, 30 millions d'hectolitres de brine, représentant 375,000 mètres cubes de sel, en supposant que l'affaissement se produise sur une demi lieue carrée, on voit par une simple division qu'il doit être de $0^m,015$ par an.

Les procédés de la fabrication du sel au moyen du brine, sont à peu près les mêmes dans tout le Cheshire et les usines ne diffèrent que par leur importance ou par leur aménagement intérieur.

Le sel est envoyé à Liverpool, distant de Winsford de 8 lieues, et de là il est exporté dans les cinq parties du monde. Une faible partie de la production saline est consommée par les savonneries et les fabriques de produits chimiques de Runcorn-Gap; et quelques milliers de tonnes sont expédiées par chemin de fer dans le centre de l'Angleterre.

Des navires de 110 à 120 tonneaux, nommés flats, portent le sel dans la métropole commerciale de la Grande-Bretagne et à leur retour vont charger à St.-Helens la houille nécessaire aux salines.

Nous avons vu que la matière première de la fabrication du sel est le brine. Il est évaporé dans de grandes chaudières ouvertes (pans) chauffées à feu nu. Ces chaudières sont rectangulaires, ont 12 à 30 mètres de long (40 à 100 pieds) sur 3 à 9 mètres (10 à 30 pieds) de large, et $0^m,45$ (1 1/2 pied) de profondeur. Elles présentent donc une une énorme surface d'évaporation. Elles sont en tôle de fer rivée de $0^m,01$ d'épaisseur, (3/8 de pouce). Des tuyaux en communication avec les réservoirs les alimentent de brine, et on en règle le débit suivant l'évaporation au moyen d'une vanne.

Les chaudières sont chauffées par 3 foyers situés sur l'un des petits côtés. La grille et la surface de chauffe sont le double de ce qu'elles seraient dans une chaudière à vapeur pour une même quantité d'eau évaporée. On brûle un peu plus de 1/2 kilogramme de houille par décimètre carré de grille et par heure, chaque kilog. de houille vaporise 6 kilog. d'eau.

Les flammes et les gaz après avoir circulé sous la chaudière dans 3 carneaux parallèles et avant de se rendre à une grande cheminée commune à toute l'usine, passent dans une chambre où le sel est séché. Cette chambre s'appelle *l'étuve*, elle est chauffée à 45° centigrades et les carneaux où passent les flammes perdues sont des massifs rectangulaires en maçonnerie, hauts de $0^m,60$ à $0^m,70$, larges de 3 mètres et espacés de 1 mètre à $1^m,20$, un couloir de même largeur règne tout au tour de l'étuve.

Dans l'atelier d'évaporation, les chaudières ont leur fond au niveau du sol, et elles sont séparées par un couloir de 3 mètres à $3^m,50$ de large où le sel s'égoutte pendant 24 heures avant d'être emmagasiné. A cet effet, le couloir

est dallé, bombé au milieu et garni de deux rigoles; les eaux-mères provenant de cet égouttage vont à la rivière.

Chaque atelier contient 8 à 12 chaudières chauffées à des températures différentes, suivant les espèces de sel qu'on veut obtenir, car l'on sait que les cristaux formés lentement à une température assez basse, sont durs, volumineux, tandis que ceux qui se déposent dans des chaudières en ébullition sont très-petits et se laissent facilement écraser.

En regardant attentivement dans les chaudières, on peut facilement observer la cristallisation du sel; au fond on voit une matière blanche, grenue, tandis qu'une pellicule formée d'une infinité de petits cristaux se forme continuellement à la surface, puis tombe au fond et va accroître les cristaux déjà formés.

Le sel qui se dépose dans les chaudières est dragué lorsqu'il y en a une quantité suffisante, 8 à 10 tonnes, puis égoutté, séché.

La température des ateliers d'évaporation est assez élevée, 35° à 38° centigrades environ.

Ce que nous venons de dire se rapporte au procédé général de fabrication; nous allons maintenant examiner les procédés spéciaux employés pour chaque espèce de sel. A Winsford, on obtient en fabrication courante :

1° Le sel d'étuve ou sel en pains.

(Stoved or lump salt);

2° Le sel commun en grains ou sel du dimanche;

(Coarse grained salt or sunday salt);

3° Le sel à gros grains ou sel pour les pêcheries;

(Large grained or fishing salt);

On fait aussi un sel supérieur ou sel d'étuve; c'est le « extra heavy salt », et une qualité intermédiaire entre le sel d'étuve et le sel commum, qualité connue sous le nom de sel pour beurre ou butter salt.

1° Pour faire le sel d'étuve, l'eau salée doit être en pleine ébullition, sa température est alors de 107°, 35 centigrades,

(225° Fahrenheit). Les cristaux se forment en grande abondance à la surface du liquide, puis, entraînés par leur poids et par l'agitation de l'eau, ils coulent au fond. Au-dessus du foyer le dépôt est presque nul et va en augmentant jusqu'à l'autre extrémité de la chaudière. Au bout de douze heures on laisse tomber le feu et on tire le sel sur les bords de la chaudière avec des râbles en fer. On le verse au moyen de grandes écumoires, dans une série de caisses en bois, rangées tout autour et à l'intérieur de la chaudière, et à mesure qu'une caisse est remplie, l'ouvrier la pose sur le sol. Ces caisses à sections carrées, sont légèrement pyramidales, elles ont 0m,50 de hauteur et 0m,25 de côté. Le fond est formé d'une planchette percée d'une infinité de petits trous ou d'une fine toile métallique.

Lorsque l'ouvrier a rempli toutes les caisses, il revient à la première, renverse le pain de sel qu'elle contient sur les dalles du couloir et la remplit de nouveau. Il continue ainsi jusqu'à ce qu'il ait enlevé tout le sel de la chaudière.

Les pains sont ensuite portés dans l'étuve où ils perdent peu à peu leur eau de cristallisation et aussi celle d'interposition, on les place d'abord sur le sol, puis sur les carneaux ; cette dessication méthodique est nécessaire, car si on ne prenait pas cette précaution, les pains se déliteraient, tomberaient, comme cela arrive aussi avec le sucre. Les pains de sel restent au moins deux jours dans cette étuve, puis il sont emmagasinés dans des hangars bien secs. Les pains ainsi obtenus sont d'un blanc parfait, très-durs, sonores et peuvent être transportés à de grandes distances sans subir d'altération.

Voyons ce qui se passe pendant l'évaporation du brine : si la dissolution de chlorure sodique, contient du bicarbonate de chaux ou de l'acide carbonique libre, à la première impression de la chaleur, on voit l'acide s'échapper sous forme de petites bulles qui viennent crever à la surface.

Il arrive aussi qu'à la surface du bain vienne flotter une

écume jaune renfermant des matières organiques ou d'autres impuretés, on l'enlève sans tarder avec une écumoire et si du sulfate de chaux ou des matières terreuses se déposent au fond de la chaudière, on les enlève aussi avec des râbles et des pelles. Ces deux opérations se font très-rarement et cela se dit nettoyer la chaudière, (clearing the pan.) Dans la fabrication du sel d'étuve, la quantité d'eau évaporée en 24 heures est égale à 2 fois le volume de la chaudière et cela donne une production de 16 à 24 tonnes de sel dans le même temps. Pour produire cette évaporation on brûle sous les chaudières une demi-tonne de houille par tonne de sel.

2° Le sel commun en grains se fait en chauffant le brine à 54° centigrades (130° Fahrenheit). L'opération marche donc beaucoup plus lentement pour le sel d'étuve, ce qui amène une augmentation de volume et de dureté dans les cristaux.

Leur forme est aussi plus nette et les tremies caractéristiques de sel marin commencent à se montrer.

Pendant le chômage du samedi au lundi, il se forme dans les chaudières au sel d'étuve par le refroidissement du brine, une partie de ce sel commun, ce qui lui a fait donner le nom de « sunday salt, » sel du dimanche.

On retire le sel des chaudières dès qu'elles en contiennent 10 à 12 tonnes, et on en fait un tas allongé au milieu du couloir qui sépare les chaudières. On le laisse égoutter pendant 24 heures, on le transporte ensuite dans de petits chariots à deux roues, soit à l'étuve, soit directement au magasin. La quantité de houille brûlée par tonne de sel est de 550 kilog.

3° Pour avoir du sel à gros grains, le brine est chauffé à 38° centigrades seulement (106° Fahrenheit); quelquefois sa température n'est que de 35° ou encore moins. La cristallisation du sel a donc lieu d'une façon très-lente et aucune agitation ne vient la troubler.

Le fond et les parois des chaudières sont tapissés d'une

couche épaisse de gros cristaux cubiques, de belles trémies à arêtes vives et si tranchantes qu'il est dangereux de les détacher avec la main. Ce sel est le plus compacte et le plus dur de tous. A 38°, il faut de 5 à 6 jours pour évaporer l'eau contenue dans une chaudière, et on brûle 600 kilog. de houille par tonne de sel.

Les chaudières ont de très-grandes dimensions et sont le plus souvent installées en plein air. En comparant les quantités de combustible brûlées, dans les trois cas ci-dessus, pour obtenir une tonne de sel, nous voyons que la proportion de houille varie dans les rapports de 5 à 5,50 et à 6, pour des températures d'évaporations de 107°, 54° et 38°. Il en était de même aux salines de Dieuze, suivant que le liquide était en ébullition ou non, la houille brûlée, pour obtenir une tonne de sel, était de 360 à 380 kilog. ou de 420 à 440 kilog.

Quelle que soit la température à laquelle un liquide se vaporise, on admet ordinairement que la quantité de chaleur absorbée par sa vaporisation est la même qu'à sa température d'ébullition. Mais comme nous venons de le montrer, cette hypothèse est inexacte et n'a pour but que de simplifier les calculs, et on peut poser en fait que la quantité de chaleur absorbée augmente rapidement à mesure que la température de vaporisation diminue, et cela à cause de l'échauffement de l'air qui dissout la vapeur et du rayonnement. Plusieurs des chaudières au sel à gros grains sont chauffées : 1° par les flammes perdues des générateurs à vapeur ; 2° par celles des chaudières de vaporisation quand ces flammes ne traversent pas les étuves ; et 3° par la vapeur de décharge des cylindres à vapeur, cela prouve que l'économie du combustible est appréciée à sa juste valeur par les fabricants de sel, et c'est rationel, car la houille est un des facteurs principaux du prix de revient de ce produit.

Depuis quelque temps on se sert, pour fabriquer le sel

d'étuve, d'une nouvelle espèce de chaudières; elles sont rondes, couvertes, et l'enlèvement du sel se fait d'une façon continue. Nous en avons vu fonctionner trois à Anderton, dans la saline de la « Salt British company, » et elles donnent des résultats si favorables qu'on se propose d'en établir encore d'autres, et de supprimer les chaudières rectangulaires au fur et à mesure qu'elles seront hors de service.

Ces chaudières (voir la pl. III) sont en tôle de fer, elles ont 7^m,32 (24 pieds) de diamètre, 0^m,61 (2 pieds) de profondeur, et sont fermées par une calotte en tôle portant au centre un tuyau de dégagement pour les vapeurs, eette calotte est elle-même couverte d'une couche de 0^m,05 d'argile pour éviter la perte de chaleur causée par le rayonnement.

Pour mieux résister au poids du liquide qu'elles contiennent, ces chaudières ont le fond légèrement bombé. Cette disposition facilite aussi l'enlèvement du sel comme nous le verrons ci-après. Elles sont chauffées par trois foyers placés sur un tiers de la circonférence du massif en maçonnerie qui les supporte. A chaque foyer correspond un large carneau qui conduit les flammes perdues sous le sol d'une étuve.

Le sel est enlevé mécaniquement par un râble au fur et à mesure qu'il se dépose. Cet instrument est formé d'une tige verticale sur laquelle sont calés quatre bras portant des palettes inclinées; la tige verticale a un mouvement de rotation qui lui est communiqué par un arbre de transmission et deux pignons d'engrenages.

Les palettes inclinées sont reliées aux bras par des tiges horizontales, dont la longueur varie de 0^m,10 à 0^m,50, en allant du centre à la circonférence, leur inclinaison est calculée de manière à ce que le rateau mécanique amène en 2 ou 3 tours le sel déposé sur le fond de la chaudière, dans une poche placée à sa circonférence extérieure.

Cette poche a 0^m,60 de profondeur, 2 mètres de lon-

gueur et 0m,50 de largeur, et communique avec la chaudière par une ouverture faite dans la paroi de celle-ci, mais n'ayant que 0m,25 de hauteur, afin que les vapeurs ne puissent s'échapper par là. Lorsque la poche renferme une quantité suffisante de sel, on enlève celui-ci à la drague et on en remplit des caisses en bois, comme nous l'avons dit pour le sel d'étuve. Le reste de l'opération est aussi le même que pour le sel d'étuve.

Afin d'avoir, par ce procédé, un sel en très-petits cristaux, le brine est toujours maintenu en pleine ébullition.

Le rateau fait 4 et 5 tours par minute; on estime à 1 cheval vapeur la force nécessaire pour le mettre en mouvement. On obtient, au moyen de ce nouveau système de chaudières, un sel d'une blancheur parfaite, parce que les poussières et les débris de matières organiques qui flottent dans l'air ne peuvent tomber dans le brine et le souiller. Le sel étant enlevé d'une façon continue par le rateau, ses cristaux ne peuvent s'accroître, aussi sont-ils d'une ténuité extrême, ce qui augmente la valeur du produit, mais ce qui fait surtout la supériorité du nouveau procédé, c'est l'économie de combustible qu'il procure, et cela se conçoit facilement, quand on se rappelle qu'il se forme sur le fond des chaudières rectangulaires une couche épaisse de sel arrêtant la transmission de la chaleur du foyer, tandis que le fond des chaudières rondes est toujours propre, et en second lieu que la perte de chaleur causée dans les anciens appareils par le rayonnement de la surface du brine en ébullition est annulée ici par la calotte en tôle recouverte d'argile. Ces considérations nous amènent à penser que les chaudières rectangulaires ouvertes ont fait leur temps pour le sel en pain et qu'on ne les conservera que pour les espèces de sel en gros cristaux.

En visitant les salines on est frappé de l'air de vigueur et de santé que dénotent les ouvriers travaillant demi-nus, couverts d'une abondante transpiration dans un bain de vapeur

continuel. Le contraste est surtout remarquable quand on compare cette population à celle des filatures de lin et de coton, travaillant aussi dans des ateliers fortement chauffés et remplis de vapeur ; ici, la force, la santé, là des ouvriers, des ouvrières de petite taille, étiolés, amaigris et présentant les symptômes d'une race dégénérée. Et comment des causes, en apparence identiques, peuvent-elles produire des effets physiologiques si différents, c'est que d'un côté la chaleur est énervante, l'air chargé de miasmes, et de l'autre, l'atmosphère est saturée d'émanations salines, saines, salubres ayant, sur l'organisme cette influence salutaire, énergique que l'air du bord de la mer possède à un si haut degré.

Les sauniers arrivent en général à un âge avancé, il n'en est malheureusement pas ainsi dans la plupart des autres industries, et nous ne rappelerons pas ici les accidents et les affections morbides qui affligent les producteurs de presque tout ce qui nous entoure. Il serait à désirer que l'industrie fût moins prodigue de la santé et de la vie des travailleurs et que la science apportât un prompt remède à un état de choses qui est un crime de lèse humanité.

CHAPITRE IV.

Commerce du sel. — Exportation. — Prix de vente.

Liverpool est le centre du commerce et de l'exportation du sel venant des salines du Cheshire.

Tout récemment plusieurs maisons de cette ville ont établi des succursales à Runcorn Gap, au fond de la Mersey, où vont aborder les navires d'un faible tirant d'eau.

Depuis deux ans le marché au sel n'a subi que de légères fluctuations. Un des principaux débouchés pour ce produit c'est l'Amérique, aussi quand on apprit la guerre survenue aux États-Unis, on conçut des craintes légitimes pour ce

trafic ; cependant ce conflit n'a pas porté au commerce du sel un coup aussi rude qu'on l'avait présumé. D'un autre côté l'Inde a fait de fortes commandes, et les efforts des négociants, aidés par la puissante protection du gouvernement, ont maintenu et agrandi un champ de consommation qui compensera amplement la cessation partielle d'affaires avec le marché américain.

Voici le prix de vente actuel sur la place de Liverpool.

Le prix du sel commun (common salt) oscille entre 5 fr. et fr. 6 85 la tonne à l'usine, et entre 10 fr. et fr. 11 85 pour la première qualité ; ce n'est que pour les marchés à terme qu'on atteint la cote supérieure.

Le sel pour beurre (butter salt) étant demandé en quantité considérable pour l'Inde se paie généralement 6 sh. 6d. (fr. 8 10) à l'usine, et la première qualité 10 sh. 6d. (fr. 13 10), quoiqu'on puisse l'obtenir, par occasion, un peu moins cher.

Le sel d'étuve, comme on le demande pour l'Inde, se paie de fr. 9 35 à fr. 10 60, et de fr. 14 35 à fr. 15 60 pour la première qualité, suivant les exigences des armateurs. La qualité « high dried » (fortement séchée), en sac, ne peut s'obtenir au-dessous de fr. 11 85 et fr. 13 85 pour la première qualité.

Les pains à la main (handed squares) sont demandés à fr. 13 10 et à fr. 13 75, suivant la qualité, et à fr. 18 10 et fr. 18 75 pour le meilleur.

Le sel en cristaux très-durs (extra rough salt) est très-demandé, il trouve acheteur, suivant la qualité, de fr. 7 50 à fr. 11 85, et le meilleur se paie de fr. 12 50 à fr. 16 85.

Le sel très-lourd (extra heavy) pour Narva, fabriqué par le nouveau procédé que nous avons décrit, se paie fr. 16 85.

A la saline de la « Salt Britisch company » on nous a donné les prix suivants.

Sel en pain, première qualité (fine lump salt), fr. 13 75 la tonne.

Sel pour beurre, fr. 8 10.

Sel commun en petits grains (fine common salt), fr. 6 25.

Sel commun dur (rough or strong common), fr. 8 10.

Le sel gemme (rock salt) reste à fr. 7 50 pour la Prusse, et à fr. 12 50 et 15 francs pour les blocs choisis pour le bétail, suivant leur grosseur et leur pureté. Le prix du sel gemme ne peut guère baisser dorénavant, car il est peu supérieur au prix de revient, à moins qu'il n'arrive quelque crise imprévue dans le commerce en Angleterre ou à l'étranger. Les prix à Gloucester sont de fr. 13 75 la tonne, à Hull et à Grimby ils sont de fr. 17 50 à fr. 21 25.

Le fret du sel pour les ports de la Baltique est à un taux modéré, pour Wybourg, fr. 13 10 à 15 fr.; Cronstadt, 15 fr. à fr. 18 75; St.-Pétersbourg, fr. 22 50 à fr. 27 50; Narva, 20 fr. à fr. 26 25; Revel, fr. 21 25 à fr. 22 50; Pernau, fr. 17 50 à fr. 22 50; Riga, 15 fr. à fr. 18 75; Memel, fr. 11 25 à fr. 11 85; Pillau et Koenisberg, fr. 11 25 à fr. 16 25; Dantzig, fr. 8 75 à 10 fr.; Rostock, Lubeck et Wismar, fr. 12 50 à 15 fr.

Pour les ports danois, fr. 13 75 à fr. 18 75.

Hammerfest, fr. 11 25 à fr. 18 75.

Il y a souvent disette de navires, et pour les ports prussiens et danois des ordres nombreux sont restés inexécutés pour ce motif.

Pour les ports américains, le fret a été purement nominal, Baltimore payant rarement plus de f. 7 50, New-York généralement fr. 2 50; Boston, fr. 6 25; St.-Jean, fr. 6 25; Quebec, fr. 3 75 à fr. 6 25; Halifax, 10 fr. Pour la Plata, le fret varie de fr. 31 25 à fr. 43 75.

L'avenir du commerce du sel reste tout-à-fait dépendant de l'état des affaires d'Amérique. Si les hostilités finissent dans une époque rapprochée, ce qui est peu probable, la demande sera supérieure au stock et aux quantités que les salines pourraient fournir; il y aura donc une hausse considérable et les prix seront pour un temps extrêmement élevés.

Nous donnons ci-après un tableau des exportations en sel de la Mersey pendant les années 1859, 1860, 1861 et 1862. On y verra qu'en 1862 les quantités exportées ont été de 782,000 tonnes de sel, représentant une valeur d'environ 10 millions de francs.

En 1861, Liverpool envoyait 23,000 tonnes de sel en Belgique contre 16,000 seulement en 1862. Cette diminution a deux causes: la crise amenée par la guerre américaine et surtout le nouveau traité de commerce entre la Belgique et la France, qui a ouvert notre marché aux sels de la Lorraine.

Explication des figures de la planche III.

Fig. 1'. Coupe verticale de la mine de sel gemme de Wincham, passant par les deux puits. Échelle 1/2,000.

Fig. 2. Coupe horizontale. Même échelle.

Fig. 1. Exploitation du sel par gradins droits. Échelle 1/200.

Fig. 3. Élévation d'une des nouvelles chaudières à évaporer le brine.

Fig. 4. Cette figure donne le plan de la chaudière.

Fig. 5. Coupe verticale.

Fig. 6. Coupe horizontale.

Février 1864.

Liste des exportations de sel de la Mersey.

DESTINATIONS.		1859. TONNES.		1860. TONNES.		1861. TONNES.		1862. TONNES.	
États-Unis.	Nouvelle-Orléans	69,315		19,315		16,479		4,001	
	Mobile	21,203		31,203		4,602		—	
	Charleston	11,979		21,979		5,878		—	
	Baltimore	14,354		24,354		10,841		18,925	
	Philadelphie	17,120	214,396	27,120	265,142	21,870	176,166	16,848	145,273
	New-York	31,558		31,558		70,751		80,367	
	Boston	9,661		9,661		14,919		12,840	
	Autres ports	39,198		69,204		30,856		12,322	
Nord de l'Amérique.	Halifax	18,806		19,845		18,773		13,660	
	Québec	24,002		21,302		25,250		34,828	
	Terre-Neuve	14,281	73,293	13,628	72,398	18,965	79,133	11,177	76,203
	Autres ports	16,294		18,023		16,146		17,124	
Amérique du sud			10,267		6,266		13,677		16,973
Afrique			17,254		14,855		21,483		14,670
Indes orientales			33,263		116,806		175,391		185,938
Australie			12,152		11,611		18,839		18,702
Prusse.	Dantzig	14,060		10,324		14,891		10,485	
	Stettin	1,870	25,132	1,737	20,517	—	27,714	—	26,311
	Autres ports	9,252		8,448		12,623		15,826	
Russie.	St.-Pétersbourg	12,877		11,155		11,627		8,954	
	Narva	9,587		14,270		13,183		6,074	
	Riga	12,409	52,891	10,193	45,773	11,932	50,017	14,501	58,500
	Autres ports	18,018		10,155		13,265		13,145	
Autres ports de la Baltique			18,519		20,681		15,360		17,617
France et Méditerranée			120		848		485		1,648
Angleterre.	Newcastle	13,545		11,160		3,479		6,355	
	Ouest Angleterre	17,741	87,368	13,748	69,037	9,796	46,465	9,412	57,724
	Écosse et Irlande	58,082		44,129		34,190		11,957	
Hollande			22,829		22,814		78,961		16,056
Belgique			21,947		22,772		23,433		16,083
Exportations de Liverpool			588,843		690,010		668,424		635,882
» de Runcorn			—		—		112,424		145,954
Total de la Mersey			588,843		690,016		780,848		781,836

GÉOLOGIE.

APERÇU

DE LA

CONSTITUTION DU SOL DU LUXEMBOURG,

AVEC UNE INDICATION SOMMAIRE

DES PRODUITS MINÉRALOGIQUES QU'IL RENFERME,

PAR

M. Ch. CLÉMENT,

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

M. Ch. Clément, ingénieur au corps des mines, vient de publier un ouvrage, divisé en cinq chapitres, *sur la constitution géologique et la richesse minérale du Luxembourg*.

Ce travail, fruit de longues années d'études et d'observations, offre trop d'intérêt au double point de vue de notre industrie métallurgique et de la confection de la carte générale des mines, pour qu'il n'en soit pas rendu un compte détaillé dans notre recueil.

C'est afin de satisfaire à cette convenance que nous insérons ici les extraits ci-après, puisés aux chapitres IV et V, et la planche I[re] de cette publication.

Bruxelles, le 7 juin 1864.

A. DE VAUX.

Ardenne. — Famenne-Condroz. — Lorraine.

Au point de vue géographique, le Luxembourg présente trois contrées dont la dénomination remonte dans la nuit des temps (1), et qui le traversent à peu près, dans le sens du levant au couchant : une vaste contrée, au centre, qui appartient à l'Ardenne; une contrée quatre fois moins vaste environ au nord, qui appartient à la Famenne et un peu au Condroz ; finalement, une contrée d'une étendue à peu près égale à celle de cette dernière, au sud, qui forme une pointe de la Lorraine. L'Ardenne est la moins fertile des trois. Placée entre la Famenne, au nord, et la Lorraine au sud, elle tire de la chaux de la première, et de la marne de la seconde, pour l'amendement de son sol. L'agriculture ne cesse de progresser dans les trois contrées luxembourgeoises, et d'accroître ainsi la quantité des produits qui alimentent le trafic de nos rails-ways. La contrée méridionale est à la fois la plus pittoresque, la plus belle, la plus fertile, et la plus riche, surtout dans le Grand-Duché.

Au point de vue géologique, ou des matériaux qui constituent l'écorce terrestre, le Luxembourg présente des roches qui appartiennent aux trois premières grandes époques du monde animé (2). Des roches paléozoïques, ou rappelant la naissance des plus anciens être connus (M. Phillips), en Ardenne, en Famenne et en Condroz ; et des roches secondaires, ou plus récentes, appelées triasiques et jurassiques, dans la contrée qui se rattache à la Lorraine. Les roches paléozoïques du Luxembourg forment ce que l'on désigne communément encore sous le nom de terrains primaires, de terrains de transition, ou bien, de terrains hémilysiens d'après notre célèbre géologue, M. D'Omalius D'Halloy.

(1) M. D'Omalius D'Halloy.
(2) M. Alcide D'Orbigny, cours de paléontologie et de géologie stratigraphique.

§ 1er. *Terrains primaires ou de transition.*

La base des terrains primaires occupe l'Ardenne. D'après Dumont, les roches de l'Ardenne forment six systèmes, divisés en deux étages. L'étage inférieur, ou le terrain ardennais proprement dit, ainsi désigné parce qu'il est le mieux caractérisé en Ardenne, comprend les trois systèmes suivants cités par rang d'ancienneté. Le système devillien, ou des environs de Deville (France); le système revinien, ou des environs de Revin (France); enfin, le système salmien, ou des environs de Vielsalm (Luxembourg belge). L'étage supérieur, appelé terrain rhénan par A. Dumont, parce qu'il est le mieux développé sur les bords du Rhin, comprend les trois autres systèmes que voici, désignés également par ordre d'ancienneté : le système gedinnien, ou des environs de Gedinne, (province de Namur); le système coblentzien, ou des environs de Coblentz (Prusse); finalement le système ahrien, ou de la vallée de l'Ahr (Prusse). Dumont a décrit le terrain ardennais et le terrain rhénan dans un mémoire spécial qu'il a publié. Il a représenté ces deux terrains sur ses cartes auxquelles nous renvoyons pour plus de détails. M. Poncelet (1) a publié trois brochures contenant le résultat de plusieurs années d'études et d'observations sur nos terrains ardoisiers, lesquels ont pour synonimes le terrain ardennais et le terrain rhénan de Dumont. M. D'Omalius D'Halloy traite de tous les terrains du Luxembourg dans les divers ouvrages de géologie qu'il a publiés. De notre côté, nous avons aussi parlé des terrains ardoisiers du Luxembourg dans le mémoire que nous avons publié (2) sur les sources minérales de l'Ardenne belge, et auquel nous avons annexé une coupe donnant un aperçu de la stratification de toutes les roches des trois contrées précitées.

(1) *Annales des travaux publics de Belgique.*
(2) *Annales des travaux publics de Belgique,* tome XIX.

Les études et les observations livrées au public, concernant la nature de notre terrain ardennais et de notre terrain rhénan, nous imposent donc une sorte d'obligation de ne pas nous occuper d'avantage ici du massif ardoisier de l'Ardenne.

Les terrains primaires de l'Ardenne renferment six groupes d'ardoisières qui sont situés dans les environs de Vielsalm, de Martelange, de Neufchâteau, de Herbeumont, de Fays-les-Veneurs et de Rochehaut. Ces exploitations qui marchent chaque année avec un redoublement d'activité, ont occupé 747 ouvriers en 1862 pour produire au-delà de trente millions d'ardoises, d'une valeur de 634,346 francs aux fosses. Les produits pondéreux des ardoisières luxembourgeoises profitent du chemin de fer pour s'écouler plus avantageusement qu'autrefois, en majeure partie, en Allemagne, en France et dans le nord de la Belgique.

Des carrières importantes de très-belles pierres schisteuses de grandes dimensions sont constamment exploitées dans le pays de Salm, et dans les environs de Martelange et de Herbeumont. On en fait des dalles taillées ou polies, des éviers, des pierres de trottoir, des tables de billard, et des pierres tumulaires, etc., qui manquent de moyens de transport commodes et économiques pour pouvoir se placer en beaucoup plus grande quantité au loin.

Les roches de l'Ardenne fournissent des pierres à rasoir, des pierres à faux et des crayons d'ardoise dans le pays de Salm. Elles encaissent les mines de manganèse de Bihain et d'Arbrefontaine, les mines de plomb de Longwilly, de Wisembach et de Masbourg, et, en outre, quelques gîtes de minerais de fer peu importants, qui se trouvent près de Porcheresse, de Sugny, de Noirefontaine et de Champlon. Un gîte de terre plastique alimente aussi une fabrique de grès à Laroche.

On comprend ordinairement dans l'Ardenne toute l'étendue de pays qui se limite au nord par le calcaire de Beau-

raing, Jemelle, Marche, Soy, etc., et, au sud, par nos terrains secondaires qui apparaissent à Muno, Ste.-Cécile, Marbehan, Habay et Schockwiller.

Dans ce cas, l'Ardenne contient, outre le terrain ardennais et le terrain rhénan, la partie quartzeuse, ou inférieure, du système eifelien de Dumont, laquelle repose en stratification concordante sur son terrain rhénan. Comprise de la sorte, l'Ardenne, comme les deux autres contrées du Luxembourg, est encore exactement délimitée sur les cartes du célèbre géologue belge, André Dumont. Outre les ardoisières, les carrières, les mines et les minières citées plus haut, l'Ardenne ainsi étendue, renferme la mine de plomb de Tellin, et des gîtes de minerais de fer anciennement exploités vers Bure, Grupont, Forrière, Champlon-Famenne et Wéris. Des indices de minerai de cuivre y existent, en outre, vers Chanly et Ambly.

Le reste des terrains primaires du Luxembourg, occupe la Famenne et le Condroz. Il se compose du calcaire eifelien, du système condrusien, et d'une faible partie du système houiller de Dumont. C'est le représentant de la formation devonienne et de la formation carbonifère de certains géologues.

Dumont l'a décrit dans ce qu'il a publié sur le terrain anthraxifère de la Belgique. M. G. Dewalque en a parlé dans une publication récente (1). Il y a quatorze ans, en 1849, nous avons aussi publié une description géologique de la Famenne et du Condroz luxembourgeois (2), avec une carte indiquant la position des principales exploitations minérales de la contrée. Depuis lors, les choses, au point de vue industriel, sont restées à peu près dans le même état, sauf que certains gîtes ferrifères se sont plus ou moins appauvris. En ce moment, la contrée qui nous occupe ren-

(1) *Bulletin de l'académie des sciences de Belgique.*
(2) *Annales des travaux publics de Belgique.*

ferme les exploitations suivantes à la plupart desquelles le chemin de fer de l'Ourthe ne peut manquer d'imprimer un degré d'activité inconnu jusqu'à ce jour : des carrières de calcaire eifelien à Opagne, Bourdon, Marche, Aye, Jemelle, Forrière, Bure, Wellin et Froidlieu; des carrières de calcaire condrusien, à Jenneret et Borlon; des carrières de marbre, à Soy, Grand-Han, Bourdon, Humain, St.-Remy et Wellin; des fours à chaux à Soy, Marche, Jemelle, Forrière, Bure-Tellin, Pondrome et Beauraing; des filons de fer hydroxydé, mêlé quelquefois à un peu de fer carbonaté, à du plomb, du zinc et du fer sulfurés à Tohogne et à Marloie; une mine de pyrite à Durbuy; une houillère à Bende; et finalement des minerais de fer fort hydraté, associés à un peu de sidérose, le long de la limite inférieure du calcaire eifelien, à Opagne, Wéris, Heyd, Villers-Ste.-Gertrude, Izier, My, Rouge minière, Xhoris, etc. Ces dernières exploitations occupent au-delà de cent ouvriers, et fournissent actuellement environ dix millions de kilogrammes de très-bon minerai de fer fort aux usines du pays de Liége. Deux usines travaillent le marbre à Jemelle et à Wellin.

§ II. *Terrains secondaires.*

Ainsi que nous l'avons déjà rapporté précédemment, les roches qui forment le sous sol de la pointe de la Lorraine dans le Luxembourg, appartiennent à la deuxième et à la troisième grande époque du monde animé, d'après M. D'Orbigny. Elles s'adossent au plateau de l'Ardenne du côté du nord; c'est-à-dire au système revinien, près de Muno, au système gedinien, près de Ste.-Cécile, et au système coblentzien, entre Ste.-Cécile et Schockweiler, suivant les indications de la carte de Dumont. Du côté du sud, de l'est et de l'ouest, elles se prolongent en France, en Prusse et dans le Grand-Duché.

La base des roches secondaires du Luxembourg fait partie du terrain triasique, ou de la seconde grande succession chronologique de la terre animée. Dans notre pays, le terrain triasique comprend de bas en haut : des cailloux roulés, des poudingues, du gonpholite et des psammites bigarrés, ou colorés par du fer oxydé, vers Attert et la station de Marbehan. C'est le système pœcilien de Dumont. Du calcaire compacte, blanc jaunâtre, plus ou moins magnésien, de l'argile, et finalement des marnes bigarrées de blanc, de bleu, de vert et de rouge, s'observent près de Houdemont, de Rossignol, de Habay, d'Almeroth et de Schadeck : c'est le système keuprique de Dumont, lequel forme l'assise des premières roches du Lias.

Notre terrain triasique offre des couches à peu près horizontales qui le font aisément distinguer, autant que par sa couleur et sa composition, des roches schisto-quartzeuses et redressées de l'Ardenne. Les cailloux quartzeux roulés qui en forment la base, fournissent le meilleur empierrement des routes de la contrée (1). Les marnes irisées des environs de la station de Habay passent, depuis très-longtemps, pour être d'un grand secours à l'amendement des terres arables. Il est question d'en faire l'essai en grand dans les vastes terrains à cultiver de l'Ardenne. Les argiles s'utilisent pour la fabrication de briques à Habay, et des tuyaux de drainage à Rossignol.

Les marnes irisées du Grand-Duché (2) renferment du plâtre en abondance, le long de la Sûre, dans la vallée de Trintange (Montfort, Steinsel) et à Remich et Schengen. Ce plâtre se rencontre en bancs parfois compactes et semi cristallins, blancs, très-purs, qui peuvent se travailler au tour et au burin comme les albâtres d'Italie qui coûtent beaucoup plus cher.

(1) Ils fournissent aussi un ballaste de choix.
(2) Rapport de la chambre de commerce de Luxembourg pour l'année 1862.

De très-importantes carrières de grès pœcilien (bigarré) sont exploitées, au nombre d'une trentaine, le long de la Sûre, à Dillingen, Girst et Born.

Elles sont ouvertes dans des bancs compactes, très-homogènes, qui se débitent en blocs de volumes variant à volonté. On peut y extraire d'excellentes pierres taillées de tout genre. (Rapport de la chambre de commerce de Luxembourg).

Les terrains secondaires du Luxembourg se terminent par les roches jurassiques appartenant à la troisième grande époque du globe animé. Ils sont stratifiés comme notre formation triasique, c'est-à-dire à peu près horizontalement en général.

Nous avons remarqué un petit dérangement de stratification à Wolkrange, dans le grès dit de Virton qui présente une selle en cet endroit. Un nivellement que nous avons effectué, sur trois affleurements formant à peu près un triangle isocèle et espacés de quatre à cinq mille mètres du banc de cardinies qui couronne le grès de Luxembourg, nous a donné, par le calcul trigonométrique, une inclinaison au plus d'un degré seulement vers le sud-est. L'inclinaison des roches jurassiques du Luxembourg est très-difficile à prendre exactement, parce que les bancs cohérents, qui font partie de ces masses minérales, présentent très-rarement des points de stratification réguliers et suffisamment découverts. Dans la plupart des localités de la contrée dont nous nous occupons en ce moment, les roches semblent toutefois plonger vers le sud en formant des angles de un à trois degrés avec l'horizon.

Dumont a publié une description des terrains secondaires du Luxembourg dans le tome XV des *Mémoires de l'académie de Bruxelles*. Son successeur, M. G.e Dewalque, de concert avec son ami, M. F. Chapuis, a publié également une très-belle description des fossiles contenus dans les mêmes terrains, et en outre plusieurs brochures très-intéressantes

qui ont beaucoup avancé l'étude de nos terrains jurassiques. Les observations de M. Dewalque nous ont toujours paru consciencieuses et suffisamment exactes, et nous nous plaisons à déclarer ici qu'elle dénotent, de la part de notre jeune et savant compatriote, autant de modestie réelle que de véritable habileté sur le terrain, alliée à un dévouement sans bornes pour la science.

Nos terrains jurassiques sont principalement composés de grès, d'argile et de calcaire.

Les grès et les argiles qui sont des roches de transport, forment ordinairement le lit où les calcaires se sont déposés par précipitation chimique (M. Coquand). Dans ce cas, les argiles sont placées entre les grès et les calcaires.

Les étages de nos terrains jurassiques, que M. Dewalque a décrits, sont les suivants à partir du Trias :

A) Le Lias *sinémuréen*, ou inférieur, qui comprend le grès de Mortinsart, la marne de Jamoigne, le grès de Luxembourg et la marne de Strassen, ou des environs de Waltzing et de Guirsch, près d'Arlon.

B) Le Lias *moyen*, qui comprend les grès des environs d'Arlon et de Virton, les schistes d'Ethe et de Hondelange, et le macigno d'Aubange, Messancy, Halanzy.

C) Le Lias *supérieur*, ou toarcien, qui comprend les marnes et le schiste bitumineux d'Aubange, Athus, Guerlange, Grandcourt, Ruette, etc.

D) L'oolithe ferrugineuse qui surmonte le Lias à Musson, Halanzy (Belgique), Mont-St.-Martin (France), Rodange, Dudelange et Esch sur l'Alzette (Grand-Duché).

E) Enfin le calcaire de Torgny, Ruette, Longwy, Differdange, etc., qui constitue avec l'oolithe ferrugineuse l'étage bajocien de M. D'Orbigny.

Le grès de Mortinsart, qu'il serait plus exact d'appeler grès de Villers-sur-Semois, puisque c'est dans ce village qu'il est le mieux caractérisé en Belgique, fournit des carrières de bons matériaux pour seuils, châssis de porte et

pierres propres à polir les dalles schisteuses, etc. On l'exploite aussi dans le canton de Rédange (Grand-Duché), pour les besoins de l'architecture et de la sculpture.

La marne de Jamoigne sert à amender les terres. Les bancs de calcaire qu'elle contient se changent en une chaux hydraulique fort estimée à Rossignol.

Le grès de Luxembourg fournit des pavés, des moëllons, et des pierres taillées de médiocre qualité en général; plus du sable de moulage estimé.

La marne, dite de Strassen, n'est marquée dans notre pays, qu'à proximité de Waltzing, Sterpenich, Wolberg, Guirsch et Freylange. C'est aussi un bon amendement pour les sols sableux. Les bancs de calcaire, bleu et compacte, qu'elle renferme produisent une chaux réputée très-hydraulique à Strassen (Grand-Duché).

Le grès de Virton rend à l'industrie à peu près les mêmes services que le grès de Luxembourg.

Le schiste d'Ethe et de Hondelange encaisse ordinairement les minerais de fer des environs de Dampicourt, Tœrnich, Sesselich, Sélange, Sterpenich (Belgique), Bettingen, Kahler et Hagen (Grand-Duché), quand ces minerais n'ont pas été charriés sur les étages inférieurs. Il n'a pas d'usage en industrie, autre que celui de former un bon sol à cultiver. On commence, toutefois, à l'utiliser pour fabriquer des briques et des drains.

Le macigno d'Aubange, Messancy, Halancy, etc., fournit des dalles et des moëllons de qualité médiocre.

La marne de Grandcourt, Athus, Ruette, etc., constitue le meilleur sol arable du Luxembourg belge.

Le schiste bitumineux a été exploité à Aubange, pour en tirer du gaz, des huiles et du goudron. On l'a brûlé à Ruette pour le convertir en cendres destinées à l'amendement des terres. L'analyse nous y a fait découvrir du calcaire, du gypse, de la pyrite, de l'argile et 9 à 10 p. c. de bitume. Dans le Grand-Duché, il est l'objet d'une industrie

nouvelle. On le change en un excellent ciment par une calcination effectuée dans des fours spéciaux. C'est ce ciment qui a remplacé avec avantage, et exclusivement, toute autre espèce de ciment dans les grands ouvrages d'art du railway à travers les fortifications de Luxembourg. (Rapport de la chambre de commerce de Luxembourg).

L'étage *toarcien* encaisse les minerais d'alluvion de la prairie de Ruette, de Guerlange, Athus (Belgique), Pétange, Bascharage et Bettembourg (Grand-Duché), etc.

L'oolithe ferrugineuse n'a rien d'autre à fournir à l'industrie minéralurgique que ses *minettes*.

La minette est exploitable en Belgique, à Musson et à Halanzy, où elle fut exploitée de temps immémorial; en France, à Mont-St.-Martin, près de Longwy, où elle s'exploite maintenant; et principalement dans le Grand-Duché, à Rodange, Dudelange et Esch-sur-l'Alzette, où les exploitations sont les plus considérables de tout le pays environnant.

Le calcaire de Longwy fournit, à Grandcourt, les meilleures pierres taillées que nous ayons dans la contrée. On l'exploite également depuis une époque très-reculée à Niederkorn et à Differdange, ainsi qu'à Esch et à Kayl (Grand-Duché). Depuis l'ouverture des chemins de fer luxembourgeois, la Belgique importe une quantité considérable de ces bons et beaux matériaux de construction.

C'est dans les crevasses du calcaire de Longwy que se trouvent les gîtes de fer fort hydraté et renommés de Ruette (Belgique), St.-Pancré, Canteborne et Aumetz (France), Differdange, etc. (Grand-Duché). Ils sont malheureusement en majeure partie épuisés.

Description des gîtes ferrifères de la partie méridionale du Luxembourg. — Nature et usage des minerais qu'ils renferment.

§ Ier. *Gîtes de minerais fer fort hydraté.* (*Voir planche* IV.)

Les gîtes de minerais fer fort, encaissés dans le calcaire de Longwy, sont en majeure partie épuisés. Ceux dont nous nous proposons de parler ici, se trouvent dans le Grand-Duché, vers la frontière septentrionale de la France, et en Belgique. Ils ont servi pendant longtemps à alimenter les nombreuses usines qui fournissaient des fontes de premier choix dans leur voisinage. Leur rôle est presque terminé actuellement.

Grand-Duché.

Les minerais fer fort de Differdange, dans le Grand-Duché, ont, de temps immémorial, concouru avec nos minerais de Ruette, à la production des fers de première qualité dans les forges au bois du Luxembourg. Ils rendaient 38 °/o de fonte, d'après le rapport de la chambre de commerce de Luxembourg, pour l'année 1862. Leur entrée en Belgique a continué de s'effectuer librement après le traité de 1839, qui a morcelé notre belle et grande province. Aujourd'hui, les gîtes du plateau de Differdange ne contiennent plus guère que des restes plus ou moins bouleversés et confondus, de leur richesse primitive.

On a fouillé et retourné le terrain presque partout; la terre à mine est devenue pauvre, coûteuse à extraire et à transporter au loin pour être lavée; ce qui est cause que les gisements dont il s'agit n'ont plus, en quelque manière,

qu'un intérêt historique pour l'industrie sidérurgique telle qu'elle existe maintenant.

Depuis une époque fort reculée déjà, les gîtes analogues des hauteurs de Kayl et d'Esch-sur-l'Alzette, ont perdu l'importance qu'ils pouvaient avoir dans le principe. Dans ce moment, ils ne renferment plus, par ci par là, qu'un peu de mine qui paraît être d'une exploitation trop dispendieuse, pour être reprise en grand, et avec succès.

France.

Les environs d'Aumetz, Canteborne et St.-Pancré, en France, recèlent encore de bons minerais fer fort, qui coûtent cher aussi aux quelques maîtres de forges français, qui les emploient à l'exclusion des étrangers.

Belgique.

Nos minerais fer fort des hauteurs de Ruette et de Couvreux, n'offrent pas plus de ressource actuellement à la forgerie que ceux du Luxembourg cédé.

Couvreux.

Les gîtes du bois Couvreux sont inexploités depuis quarante ans environ.

Ils passent pour avoir été épuisés par les usines de Berchiwée, commune de Villers-la-Loue, usines qui n'offrent plus que des ruines en ce moment. Le peu de fer fort hydraté qu'ils contiennent encore, est disséminé très-irrégulièrement dans quelques rares endroits au milieu d'une terre à mine de un à trois mètres d'épaisseur. Il n'y a donc plus lieu d'espérer de pouvoir l'extraire avec profit en grand.

Gex Bois.

Les gîtes des hauteurs du Gex Bois paraissent être à peu près aussi épuisés que ceux du plateau boisé de Couvreux. M. le comte de Briey, qui en est le propriétaire, a cessé de les exploiter depuis 1859, époque à laquelle il a définiti-

vement éteint son fourneau au bois de Pierrard, commune de Latour. On y ramassait en dernier lieu, par ci par là, des morceaux de fer hydroxydé éparpillés dans une terre à mine analogue à celle du bois de la section de Couvreux.

Ruette.

Les gîtes du bois communal de Ruette ont été les plus importants de la contrée, au triple point de vue de leur étendue, de leur richesse et de la qualité supérieure du minerai qu'ils renfermaient. L'on ignore dans le pays, quand ils ont commencé à être exploités. Ils s'épanchent, au nord du bois, dans les terrains des habitants de Ruette et de Grandcourt, sur une étendue de deux mille mètres de l'est à l'ouest et de cent cinquante mètres en moyenne, environ, du sud au nord. Les gîtes des particuliers de la commune de Ruette, c'est-à-dire ceux qui sont hors du bois communal, ont commencé à être activement exploités vers 1820. D'autres gîtes, moins importants, et également encaissés dans le calcaire bajocien, ont cessé d'être exploités, au nord des ruines du fourneau de Ruthel, vers l'année 1830. Ils remplissaient des excavations, analogues à celles que nous allons décrire, d'un minerai *chalineux* de seconde qualité. Comme ils sont épuisés actuellement, nous n'en parlerons plus désormais.

La commune de Ruette a concédé les minerais de son bois aux propriétaires des fourneaux hors feu et pour la plupart détruits, de la Soy, Pierrard et Buzenol, moyennant une redevance appelée *étoquage* de fr. 2,65 par voiture de 600 litres de mine lavée. Ces minerais se consommaient dans la province de Luxembourg seulement.

Les gîtes les plus importants se trouvaient sur le versant septentrionnal du plateau du bois. Ils se composaient d'excavations plus ou moins vastes, remplies, en forme d'entonnoir ou bien de grandes crevasses ressemblant à des tranchées.

Les tranchées non remblayées et qui s'observent encore aujourd'hui, surtout sur le penchant de la colline vers Ruette, sont sensiblement parallèles et dirigées de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest. Ce sont elles qui renfermaient le meilleur minerai, ou celui qui était intercalé avec des fragments de roche calcaire dans une argile nommée *corroi* à Ruette. Leur section transversale présente grossièrement la forme d'un triangle ayant la base tournée vers le haut. La plus grande a au-delà de trois cents mètres de longueur, de dix à vingt-cinq mètres de largeur près du sol, et vingt-huit mètres de profondeur maximum. En 1840, le gîte ferrifère qui s'y exploitait était composé de trois lits horizontaux de fer hydraté, épais de soixante centimètres à un mètre, et stratifiés avec des lits de corroi. Il ressemblait donc à une alluvion. Dans la plupart des autres tranchées, les parties de gîtes vierges étaient composées différemment. Les *limons*, ou parois calcaires des crevasses, étaient tapissées d'une couche d'argile. La mine accompagnée de terre rouge, formait une nappe sur l'argile et était ordinairement en plus grande quantité contre la paroi orientale que contre la paroi occidentale des crevasses. Sur la mine se trouvait une nappe de corroi surmontée de détritus de roche. La coupe transversale des gîtes, offrait donc alors l'aspect d'un bassin stratifié autrement que la roche encaissante. C'est probablement cette circonstance qui aura suggéré à Dumont, l'idée que les gîtes ferrifères du bois de Ruette ont eu pour origine des eaux minérales qui se sont fait jour à travers le calcaire de Longwy.

Les gîtes en forme d'entonnoir se trouvaient principalement au sommet du plateau, ou du côté de la France. Ils étaient souvent entourés de terre à mine mêlée de débris de roche. Leur étendue et leur richesse étaient moindres en général que dans les autres excavations.

Toutes les minières de Ruette s'exploitaient à ciel ouvert. Elles ne contenaient pas d'eau à épuiser. En 1841, cer-

taines tranchées de deux à six mètres de largeur, sur quatre à quinze mètres de profondeur, et dix à quarante mètres de longueur, contenaient encore, dans quelques endroits, des amas irréguliers de minerai; mais depuis longtemps déjà, le bois de Ruette ne recèlait plus de gisement vierge. A cette époque, l'on trouva dans le fond d'une grande crevasse un bloc de fer hydroxydé de trois mètres de longueur sur 2m,30 de largeur, et qui cubait environ six mètres. Il fallut l'étonner par le feu pour l'extraire de la fouille après l'avoir brisé.

L'exploitation des minières du bois de Ruette a été abandonnée en 1858. Vingt ans avant ces minières fournissaient annuellement, en moyenne, deux mille tonnes de minerai aux usines de la Soy, de Pierrard et de Buzenol. Pendant les dernières années de leur tenue en activité, la mine brute se composait de 2 °/o de gros et de 98 °/o de fin ne rendant que 10 °/o en volume, en moyenne, au lavage. Il fallait dans chaque atelier, composé de deux mineurs, un tombereau à un cheval pour voiturer la mine brute, et un homme, communément, pour la laver le long du ruisseau de Ruette.

La mine des hauteurs de Ruette est une hématite brune à texture ordinairement compacte, émaillée de quartz hyalin qui s'appelle *laitain* à Ruette. Elle est dure au pilon, difficile à broyer, et donne une poussière jaune-clair. Sa densité varie entre 3,10 et 3,40. Nous avons trouvé 3,27 pour la densité moyenne de cinq échantillons.

La mine en roche pesait 1,900 kilog. environ, le mètre cube. Très-rarement les usines la recevaient en cet état. Presque toujours elle était mêlée avec 1/2 à peu près de calcaire alumineux appelé chalin à Ruette. Ce chalin qui accompagnait le minerai dans les gîtes ne l'abandonnait pas au lavoir. Il était préconisé comme étant le meilleur fondant de la contrée. La mine *chalineuse* traitée dans nos fourneaux pesait, en moyenne, 1,680 kil. le mètre cube. Ce poids

variait naturellement suivant le plus ou moins de chalin mêlé au minerai, ou suivant le plus ou moins de richesse des dernières traces de gîtes que l'on exploitait. Dans la pratique des usines, la voiture de 12 *sailles* de cinquante litres chacune, des hauteurs de Ruette, comptait pour 1,000 kilog.; ce qui correspondait à 1,667 kilog. par mètre cube.

Les gîtes du bois de la commune de Ruette sont l'objet de deux concessions. De 1845 à 1858, les 1,000 kilog. de minerai lavé ont coûté de 15 à 17 francs pour l'une des concessions, et de 17 à 25 francs pour l'autre. Dans ces prix de revient aux lavoirs, l'extraction de la mine brute entrait pour 26 à 30 °/₀; le transport des terres à laver pour 25 à 34 °/₀; le lavage pour 5 à 8 °/₀; l'étoquage pour fr. 2,65 par voiture de 600 litres, et les frais de surveillance, d'entretien des chemins, etc.; pour 11 à 30 °/₀. Les ouvriers gagnaient de 1 fr. à fr. 1,50 par jour seulement.

L'hématite brune des gîtes du calcaire de Longwy est exempte de pyrite, de phosphore et d'oxyde de manganèse. Elle renferme du quartz blanc qui se distingue ordinairement très-facilement à l'œil nu. L'analyse d'un échantillon choisi de qualité médiocre provenant de Differdange, nous a donné :

Eau			17.75	100
Résidu insoluble dans l'acide hydrochlorique	22.50	silice	15.00	
		alumine	7.50	
Gypse			0.75	
Oxyde ferrique	64.00	oxygène	19.20	
		fer	44.80	

Un autre échantillon parsemé de quartz brillant provenant du bois de Ruette, nous a donné :

Eau			10.00	100
Quartz pur			28.00	
Oxyde ferrique	62.00	oxygène	18.60	
		fer	43.40	

Les minerais assortis des gîtes dont il s'agit, fondaient habituellement très-bien sans addition de fondant, ou par l'influence du chalin alumineux auquel ils étaient associés.

Berthier admet que le résidu de la dissolution des minerais dans le chloride hydrique concentré et chaud, renferme de 28 à 72 % de silice quand il est argileux. Le silicate d'alumine, ou l'argile proprement dite, contient de 50 à 75 % de silice combinée avec 50 à 25 % d'alumine, d'après lui ; et les gangues argileuses fondent en donnant un laitier qui ne renferme presque pas de fer, quand on traite les minerais avec un poids de calcaire à peu près égal à celui de la silice contenue dans le résidu argileux prérappelé.

Comme le poids du carbone qui se combine au fer pour produire de la fonte dans le creuset brasqué, compense à peu près la perte de fer provenant de la formation du laitier (M. Regnault), le poids du culot de fonte obtenu par voie sèche diffère peu de la teneur du minerai donné par voie humide (1). La mine de Differdange analysée plus haut donnerait donc 44 % de fonte, et la mine de Ruette 43 % environ par un essai bien exécuté dans le creuset brasqué. La première nécessiterait une addition de calcaire équivalente à 15 % de son poids, pour se réduire convenablement, et la seconde une addition de 28 % ajoutée à une quantité d'alumine calculée précédemment. On sait d'ailleurs que les laitiers des hauts fourneaux, dont le poids varie entre 40 à 70 % au plus du poids des minerais réduits, ne renferment que 1/4 à 3 % à peu près de fer métallique. La pratique apprend que par le travail du haut fourneau, la mine de Differdange précitée donnerait environ 40 % de fonte, et celle de Ruette 38 à 39 % au moins. L'essai dans le haut fourneau est naturellement le meilleur; celui auquel le métallurgiste doit en définitive accorder le plus de confiance. On doit donc toujours finir par l'exécuter.

(1) Voir *Traité des essais par voie sèche*, par Berthier.

Pour cela, il faut avoir déterminé à l'avance le rendement moyen des différents minerais que l'on fait habituellement entrer dans le lit de fusion. Après quoi, il suffit de remplacer l'un de ces minerais par celui que l'on veut essayer en grand, et de calculer l'influence exercée par cette substitution dans le poids moyen ou total d'un certain nombre de coulées.

Les gîtes de fer fort hydroxydé de la bande de terrains des particuliers qui limite le bois de Ruette au nord, sont à peu près aussi pauvres maintenant que ceux de ce bois.

Ceux qui sont épuisés se trouvaient aussi dans des poches et dans des crevasses formées dans le calcaire bajocien. Ces dépôts avaient quelquefois 4 à 8 mètres de profondeur, 10 à 20 mètres de longueur, et plusieurs mètres d'ouverture à la surface du sol. La mine y était disposée comme dans le bois. Elle valait de 11 à 15 francs les 1,000 kilog. aux lavoirs, suivant qu'elle était plus ou moins mélangée de chalin. Le chalin pur s'exploitait en dernier lieu pour les usines de la France. Il valait 5 à 6 francs la tonne aux minières.

La mine chalineuse était employée dans nos hauts fourneaux de Châtillon, de Mellier et de Habay pour corriger l'aigreur des minerais de Sélange, Guerlange et Pétange.

Le fourneau de la Soy, qui est rasé maintenant, fabriquait des fontes de première qualité pour bouches à feu, avec un mélange de minerais de Ruette et de Differdange. On coulait après 12 charges composées de la manière suivante : 500 litres charbon, 40 kilog. chalin ou mine chalineuse, 140 kilog. mine de Differdange et 160 kilog. mine de Ruette. Le rendement en fonte était seulement de 31 à 33 °/₀, ce qui prouve que les minerais employés étaient plus pauvres en moyenne que les échantillons que nous avons analysés. Le fourneau avait 8^m,65 de hauteur, et une seule tuyère animée par une roue hydraulique. Il produisait 2,400 kilog. de fonte forte de moulage par 24 heures, en

moyenne. On brûlait du charbon de bois d'essence dure. Il fallait environ 1 kilog. 25 de ce charbon pour obtenir un kilog. de fonte. Celle-ci se plaçait quelquefois à la fonderie de canons de Liége.

§ II. *Fer oolithique.*

Le terrain liasique est bien développé en Angleterre où il présente un type accepté par les géologues. Aussi sont-ce les Anglais qui l'ont divisé en trois étages cités précédemment. Dans le Luxembourg, comme en Angleterre, ce terrain est couronné par l'oolithe inférieure qui renferme les minerais dont nous allons parler. L'oolithe et le calcaire qui la surmonte forment un ensemble de collines qui bornent ordinairement l'horizon vers le sud.

Les fers oolithiques de la contrée dont nous nous occupons s'observent (pl. IV) dans le Grand-Duché, en France et en Belgique.

Grand-Duché.

Dans le Grand-Duché, les bancs de minette occupent une étendue d'environ huit mille hectares, d'après le rapport précité de la chambre de commerce de Luxembourg (1). Un huitième de cette étendue de terrain peut s'exploiter à ciel ouvert.

Depuis Dudelange jusqu'à Esch-sur-l'Alzette, les affleurements de fer oolithique annoncent deux espèces de gîtes : une couche grise ou verdâtre, à la base, qui s'incline à l'ouest et disparaît sous terre près de la France; puis une couche rouge brique, à peu près horizontale, au sommet.

Au sud d'Esch, le terrain minier présente le profil suivant :

(1) Ce rapport évalue à 885,000 kilog. l'exportation journalière des minettes grand-ducales.

A) Quatre à cinq mètres d'épaisseur d'oolithe ferrugineuse rouge, contenant $^1/_3$ de minerai exploitable environ.

B) Trois mètres d'oolithe analogue contenant $^1/_3$ de cailloux ferrugineux que l'on sépare de la mine à traiter.

C) Deux mètres de bonne mine rouge.

D) Quinze mètres environ de roche stérile.

E) Deux à quatre mètres de bonne mine grise à la base du gisement.

Le gîte est entièrement découvert en cet endroit. Plus vers la France, il disparaît sous le calcaire de Longwy, et l'on ne pourrait l'exploiter que par travaux souterrains, c'est-à-dire, par puits ou galeries débouchant dans des ouvrages en damier, par exemple. Les exploitations à ciel ouvert sont libres dans le Grand-Duché; mais la loi du 21 avril 1810 exige une concession pour établir des travaux souterrains dans ce pays (1).

Près de Rodange, la minette s'exploite aussi à ciel ouvert parce que son affleurement n'y est recouvert que de quelques mètres de calcaire bajocien. Il faudrait toutefois attaquer le gîte par travaux souterrains si l'on voulait donner beaucoup de développement aux extractions du côté de la France.

L'on évalue qu'en somme, mille hectares approximativement de terrain minier peuvent s'exploiter librement dans le Grand-Duché, ou bien sans concessions préalables.

C'est de quoi satisfaire largement aux besoins actuels de l'industrie sidérurgique, non pas seulement dans le Luxembourg cédé, où cette industrie présente, relativement parlant, peu d'importance; mais encore en Belgique et en Prusse, où elle est organisée sur une vaste échelle. Plus tard lorsqu'on jugera le moment opportun, de grands travaux souterrains pourront s'organiser sans beaucoup de

(1) Des excavations souterraines viennent d'être découvertes dans le gîte d'Esch.

frais, parce qu'il n'y aura pas d'eau à épuiser et que d'ailleurs il suffira de pénétrer dans les gîtes miniers à l'aide de puits peu profonds en général, ou mieux encore de grandes galeries ouvertes sur les affleurements et dans lesquelles des trains de wagons chargés de minerais pourront être mus par des chevaux ou par d'autres agents de locomotion.

Dans le présent comme pour l'avenir, les gisements de fer oolithique du Luxembourg cédé, sont donc d'une très-grande importance industrielle, surtout eu égard à l'épuisement progressif et incessant des gîtes ferrifères des autres contrées avoisinantes.

Le front de taille à Rodange, présente deux couches de minette rouge bien marquées : une couche inférieure épaisse de 2^m,50 à peu près, contenant plus ou moins de silice; et une autre couche calcarifère, d'une épaisseur que l'on dit être communément supérieure à celle de la première. Y compris des matières stériles, l'ensemble du front de taille montre une épaisseur d'environ 8 mètres.

L'observation constate, paraît-il, que la minette grise des environs d'Esch est d'autant plus riche, en général, que la minette rouge qui lui est superposée, l'est moins.

Son rendement au fourneau varie, dit-on, entre 15 et 32 °/₀. Celle qui renferme moins de 25 °/₀ de fer, ne doit toutefois être considérée que comme un fondant ferrifère.

Le rendement en fonte de la mine rouge varie entre 20 et 40 °/₀. On admet un rendement moyen de 30 °/₀ pour la minette des environs d'Esch, et de 30 à 35 °/₀ pour celle des environs de Rodange.

France.

L'exploitation de minette de Mont-St-Martin, en France, est d'une importance réelle. C'est la seule minière française qui nous avoisine et dont, pour cette raison, nous parlerons

ici. On prétend que le minerai qui en provient rend 35 % de fonte à Gorcy (France).

Les gîtes de cette localité offrent la coupe suivante :

A) 2 à 3^m^ d'épaisseur de calcaire bajocien à enlever par tranchée à ciel ouvert.

B) 0^m^30 d'épaisseur de bonne mine rouge.

C) 0^m^60 id. de calcaire coquilier à déblayer.

D) 3^m^00 id. de bonne mine rouge.

Au-dessous, des psammites rougeâtres reposant sur le Lias.

Le fer oolithique diminue d'épaisseur en se prolongeant vers l'ouest. On l'a beaucoup exploité en Belgique avant 1815, au sud des villages d'Halanzy et de Musson. Sur le versant septentrional du bois, ou du côté des deux villages, le terrain est disloqué par une grande faille.

Belgique.

Le calcaire bajocien s'est affaisé dans plusieurs endroits, en créant un amas confus de quartiers de rochers entre lesquels se trouvaient des gîtes de minerai qui ont été en grande partie exploités. Après l'épuisement de ces gîtes irréguliers, des galeries de 2 à 3^m^ de longueur ont été prolongées vers le sud pour pénétrer dans la couche en place au-delà de la faille. Cette couche présentait, dit-on, une puissance de 1^m^25 à 3^m^. On préférait l'exploiter ainsi que de creuser, au sommet du plateau du bois, des puits de 25 à 30^m^ de profondeur à travers le calcaire de Longwy.

Le gîte de fer oolithique se perd, ou cesse d'être exploitable en Belgique, à l'ouest de Musson.

Sur le revers méridional du bois d'Halanzy au lieu dit *Conneveau*, et tout près de la frontière de France, la couche de minette affleure de nouveau sous le calcaire.

Le gîte, en ce point, se profile comme suit, à partir du haut :

A) Couches de grès calcareux appelé le *blanc*.

B) Couche de minette rouge de 1m50 à 2m d'épaisseur, composée de mine fine et de mine en roche.

C) Couche de 4 à 15 centimètres d'épaisseur de grès ferrugineux, appelé le *rouge*, qui altère la mine quand on n'a pas le soin de l'en séparer.

D) Quelques mètres d'épaisseur de terrain bajocien reposant sur le Lias.

Notre minière du lieu dit Conneveau, est dans le bois communal d'Halanzy. Elle est concédée par la commune, pour un terme illimité, dit-on. L'exploitant paie 25 frs. 40 par année pour la location du terrain occupé par les produits de l'exploitation, plus 0 fr. 27 par mètre cube, ou 0 fr. 20 par voiture de 720 litres de minerai extrait. La voiture de mine contient 12 *sailles*, de 60 litres.

Le fer oolithique s'extrait souterrainement par des Français tout près de notre frontière. Ils entrent par galeries horizontales dans le gîte, en établissant de chaque côté des galeries des chambres d'extraction disposées en échiquier, et en laissant des piliers pour soutenir le *blanc*, c'est-à-dire la roche du toit.

La minière belge a cessé d'être exploitée depuis 1856, époque après laquelle les fourneaux de la province de Luxembourg n'ont pas tardé à être mis hors feu. On y pénètre également par une galerie horizontale de 200 à 300m de longueur qui débouche à 60m environ de la frontière de France. Les travaux s'y sont développés sur une surface de 3 à 4 hectares environ. L'extraction s'opérait au pic, sans poudre. Le minerai se transportait au jour sur des brouettes.

Les minières de Mont-St.-Martin et du Grand-Duché de Luxembourg appartiennent à des particuliers.

La minette ne se lave point. On l'examine ordinairement à la loupe, quand on veut juger de sa qualité d'après ses propriétés physiques.

Celle qui est de première qualité a une densité qui s'approche de 3 (nous l'avons trouvée de 2,9775). Elle est formée, en roche, de petits grains noirs, luisants, ronds ou arrondis, de $^1/_4$ à $^1/_2$ millimètre de diamètre, agglomérés avec d'autres grains blancs jaunâtres d'une forme également ovoïde. Les grains noirs sont du fer hydroxydé. Les autres grains ne sont pas attaqués par les acides forts. Ils nagent dans le sel de phosphore fondu sur le fil de platine. Ils se dissolvent lentement dans le borax et vivement, avec effervescence, dans la carbonade de soude ; c'est donc du quartz, ou de la silice lithoïde. Cette minette se désagrège aisément. Elle fournit alors une poussière brunâtre, d'un aspect métallique, qui est rèche entre les doigts et ne salit guère le papier blanc sur lequel on la frotte légèrement.

La minette de seconde qualité a une densité de 2,90 à 2,94. Elle est formée de grains de fer hydraté de $^1/_8$ à $^1/_4$ de millimètre de diamètre, associés avec des grains de silice moins nombreux et plus petits que ceux de la minette de première qualité. Elle se désagrège moins facilement que celle-ci, en donnant une poussière moins rèche entre les doigts, moins foncée en couleur, moins métallique dans son aspect, et plus tachante sur le papier.

La minette de 3me qualité a une densité de 2,70 à 2,90. Elle est assez difficile à pulvériser. Vue à la loupe, elle présente des grains encore plus petits d'oxyde ferrique et de quartz, et qui sont enveloppés d'un ciment ocreux. Sa poussière est jaune et d'un aspect terreux. Elle salit donc beaucoup le papier.

La minette grise est ordinairement moins pesante que la minette rouge dont nous venons de parler ; car nous n'avons obtenu que 2,66 pour le poids spécifique moyen de 3 échantillons. Le poids de la minette varie beaucoup à cause de la richesse variable de ce minerai.

Le mètre cube des fers oolithiques dont il s'agit pèse de 1,450 à 1,700 kilog. On compte que le wagon de dix

tonnes renferme sept mètres cubes environ de minerais mêlés. Les 1000 kilog. de fer oolithique valent en moyenne, à Esch et à Rodange, 2 frs. 50 chargés sur wagon. Le transport par kilomètre est de quatre centimes par chemin de fer. Rendue à Namur, la tonne de minette de Rodange coûterait frs. 9,10, et celle des bords de l'Alzette 1 fr. de plus environ. La mine de Mont-St-Martin coûterait autant en gare que celle de Bodange. Les 1,000 kilog. de minette belge vaudraient 3 frs. à peu près, à Conneveau. Notre minette est de première qualité; mais elle est éloignée des stations.

L'analyse chimique éclaire le métallurgiste en lui révélant la nature et les proportions des divers éléments constituants des minerais qu'il emploie; c'est là le but essentiel, en industrie, de cette importante branche des sciences naturelles. Comme le chimiste ne peut opérer qu'en petit, il devrait pour chercher à déterminer le rendement moyen, d'un minerai, en analyser une multitude d'échantillons de qualités diverses, ou bien faire pulvériser des tas de ce minerai pour soumettre à l'analyse, des parties de la poudre bien mélangée obtenue. Ce rôle est plus spécialement dévolu au haut fourneau, vaste appareil de réduction, où se traitent les minerais en masse, tels qu'ils sortent des exploitations. Le haut fourneau donne la teneur pratique, c'est-à-dire, celle sur laquelle on spécule ; mais il indique très-peu de chose quant à la composition exacte des matières qu'il engloutit aveuglément, attendu qu'il ne rejette qu'un mélange confus de gaz, avec de la fonte et des laitiers d'une composition fort compliquée. C'est donc à l'analyse chimique à éclairer les allures de cet appareil brutal.

L'essai de plusieurs échantillons de minette récoltés à Conneveau et à Mont-St.-Martin, nous a fait constater l'absence du manganèsé, du phosphore et de l'alumine soluble, dans ce minerai; et, en outre, la présence du quartz et du calcaire.

Un échantillon de fer oolithique rouge de troisième qualité, nous a donné par l'analyse :

Eau	15,00	. . . .	15,000
Calcaire . .	18,75	Acide carbonique .	8,250
		Chaux.	10,500
Gypse . . .	1,75	Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique	13,000
Silice. . . .	3,25		
Alumine . .	8,00		
Oxyde ferrique.	53,25	Oxygène	15,975
		Fer.	37,274
Total.	100,00		100,000

D'après les principes exposés précédemment, cet échantillon constituait un fondant avec excès de 10 °/₀ environ de carbonate de chaux.

Un échantillon de minette rouge de seconde qualité nous a accusé :

Eau	14,00	. . . .	14,00
Calcaire. . . .	18,50	acide carbonique . .	8,14
		chaux	10,36
Gypse	1,00	. . . .	1,00
Sable argileux.	10,00	. . . .	10,00
Oxyde ferrique.	56,50	oxygène	16,75
		fer.	39,50
Total.	100,00	. . . .	100,00

C'est donc aussi un fondant avec excès de 11 °/₀ de calcaire au moins.

Nous avons, enfin obtenu d'un échantillon rouge de première qualité, tiré de notre minière de Conneveau :

Eau	11,50	. . . .	11,50
Calcaire . . .	15,00	acide carbonique. . .	6,60
		chaux	8,40

Gypse	0,50	. . . .	0,50
Sable argileux	10,00	. . . .	10,00
Oxyde ferrique.	63,00	oxygène.	18,90
		fer.	44,10
Ensemble.	100,00	. . . .	100,00

C'était également encore un minerai susceptible de fondre seul, en laissant 7 °/ₒ au moins de calcaire disponible pour aider à la fusion d'autres minerais auxquels on aurait pu le mélanger dans un haut fourneau.

Les résultats analytiques qui précèdent expliquent pourquoi, de temps immémorial, la minette servit, dans les usines du Luxembourg, de fondant par excellence.

Comme nous n'avons pas trouvé de phosphore dans les échantillons que nous avons soumis aux réactions de l'acétate de soude et du molybdate acide d'ammoniaque, nous ne pouvons non plus attribuer l'aigreur qu'on reproche aux fontes provenant de nos minerais oolithiques, à la petite quantité de gypse qu'ils renferment, attendu que cette dernière substance doit en grande partie disparaître, sinon totalement, avec les laitiers, en se convertissant en sulfure de chaux dans le fourneau. Il est donc à supposer que le plus ou moins d'aigreur reprochée aux fontes à la fabrication desquelles la minette a concouru, ne provient pas de ce minerai, quand sa composition se rapproche de celle des échantillons que nous avons analysés ; et que dès lors, elle est due à d'autres causes qu'une étude attentive découvrirait très-probablement.

L'essai dans le creuset brasqué d'un échantillon de minette de Mont-St.-Martin, fait à Sclessin, a donné 33 °/ₒ de fonte.

D'autres essais semblables opérés dans le Hainaut ont donné 27,30, 31 et 35 °/ₒ de fonte.

En 1856, la minette de Conneveau était employée à La Soy et à Buzenol pour fabriquer des boulets réputés de première qualité, destinés au siége de Sébastopol.

On l'assortissait avec d'autres minerais du Luxembourg dont nous parlerons bientôt.

Le lit de fusion se composait comme suit dans le fourneau de La Soy :

117	kilog.	charbon de bois, environ, ou 500 litres.
40	id.	castine, ou fondant.
80	id.	mine d'alluvion de Pétange.
120	id.	minette placée entre les autres minerais pour l'empêcher d'être chassée hors du fourneau par la soufflerie.
60	id.	mine d'alluvion de Tœrnich considérée comme étant indispensable pour donner de la force à la fonte.
40	id.	mine d'alluvion chalineuse de Rouvroy.

Dans le fourneau de Buzenol, le lit de fusion était formé de :

117	kilog.	de charbon de bois.
40	id.	fondant.
60	id.	mine d'alluvion de Guerlange-Longeau.
100	id.	minette.
60	id.	mine de Tœrnich.
40	id.	mine très-chalineuse de Rouvroy.
40	id.	mine d'alluvion de Clémency-Pétange.

La proportion de minette ne pouvait excéder $^1/_3$ du poids des charges en minerai.

Au-delà de cette proportion le vent lançait l'excès de minette, disait-on, en dehors du fourneau, et ce minerai ainsi calciné et pulvérisé, ne pouvait plus servir de nouveau.

Le fer hydroxydé des environs de Tœrnich devait indispensablement entrer dans un mélange fusible, pour obtenir une fonte grise d'une résistance voulue.

D'autres minerais d'alluvion du pays ne pouvaient le remplacer convenablement.

On ne pouvait non plus, disait-on, outrepasser dans les

petits fourneaux de 8^{m} de hauteur environ de La Soy et de Buzenol, la proportion de $^{1}/_{5}$ de minerai de Tœrnich, sans s'exposer à voir passer, pendant le fondage, une partie de ce minerai avec les laitiers.

La coulée dans les deux fourneaux se faisait après douze charges. Elle produisait de 32 à 34 % de fonte, que l'on coulait en boulets d'un poids de 18 kilog. chacun, quand elle était suffisamment grise. Dans le cas contraire on la moulait en *plaques*, *brammes* ou *caramelles*, destinées à l'affinage.

Le traitement du fer oolithique des environs d'Esch-sur-l'Alzette s'effectue actuellement en grand dans des fourneaux du pays de Trèves. On y obtient, paraît-il, 30 à 31 % de fonte, pour chaînes, traits, charrues, etc., avec un mélange de $^{3}/_{6}$ minette grise, $^{1}/_{6}$ minette rouge, et $^{2}/_{6}$ minerai d'alluvion de la Prusse. Le mélange de $^{3}/_{6}$ minette grise, $^{2}/_{6}$ minette rouge, et $^{1}/_{6}$ minerai d'alluvion produit, dit-on, 33 à 34 de fonte d'affinage destinée à la fabrication des clous, etc. Enfin le fer pour rails s'obtient d'une fonte produite par le mélange de $^{1}/_{3}$ minette rouge et $^{2}/_{3}$ minette grise. On prétend, à Trèves, que la minette grise donne un fer de meilleure qualité ordinairement que la minette rouge.

§ III. *Fer d'alluvion.*

Les gîtes de fer d'alluvion dont il nous reste à parler, se trouvent sur les étages du Lias. Nous ne nous occuperons ici que de ceux du Luxembourg.

Le Grand-Duché possède (voir planche IV) à Mersch, Mamer, Bettingen et Kahler, Clémency, Pétange et Bascharage, Schouweiler, Hesperange et les environs de Bettembourg, des alluvions de fer hydroxydé dont la plupart s'exploitent actuellement (1). Le rapport de la chambre de

(1) La chambre de commerce de Luxembourg évalue à 320,000 kilog. la production journalière des fers d'alluvion du Grand-Duché. Ce chiffre doit être un maximum et non une moyenne, comme celui que nous avons rapporté concernant les minettes.

commerce de Luxembourg les apprécie en résumé comme suit : Le minerai des couches des environs de Mersch, est très-quartzeux, peu propre au moulage, et d'un rendement de 35 °/₀ en fonte métisse quand on le mêle à la minette; celui de Mamer rend 37 °/₀ de fonte tendre qui convient peu pour le moulage; celui des environs de Bettingen et Kahler est alumineux, très-propre au moulage et d'un rendement de 30 à 35 °/₀; celui de Clémency, Pétange, Bascharage et Schouweiler donne 40 °/₀ de fonte d'affinage; enfin celui des environs de Rettembourg et d'Hespérange donne 30 °/₀ de fonte environ : il est assez ressemblant au minerai de Bettingen.

Grand-Duché.

Les gîtes de la province de Luxembourg étant analogues à ceux des localités du Grand-Duché que nous venons de citer, nous ne parlerons désormais des alluvions grand-ducales que quand elles seront à proximité des nôtres et feront partie des mêmes gisements.

Athus.

Le bois d'Athus offre l'aspect d'une butte très-prononcée, laquelle est composée de marne et de schiste bitumineux appartenant au Lias supérieur, ou toarcien, qui est le synonyme de la marne de Grandcourt de Dumont. Il est la propriété de la section d'Athus, commune d'Aubange, et il renferme, aux lieux dits Herschtberg et Langfeldt, les deux gîtes que nous allons décrire.

Herschtberg.

Le gîte du *Herschtberg* ou de *Rodenbusch*, occupe le sommet de la butte, en s'épanchant sur les versants de celle-ci, principalement du côté de Linger dans le Grand-

Duché où il est très-riche. Il repose sur une argile blanche, imperméable, esquilleuse, déliteuse, à surface ondulée, dans un échantillon de laquelle nous n'avons trouvé ni fer ni carbonate de chaux. Cette argile est donc, peut-être, susceptible d'un emploi industriel avantageux. Il faudrait, toutefois, de nouvelles recherches pour motiver une opinion définitive à cet égard. La sonde qui l'a traversée en différents endroits, a constaté qu'elle ne recouvre aucun gisement métallifère.

Sur les ondulations de l'argile est venu se déposer le minerai de fer. Celui-ci offre en grand, l'apparence d'une vaste nappe, trouée par ci par là, et d'une épaisseur variable, étendue sur les profils sinueux de la glaise, et recouverte ordinairement de terre végétale jaunâtre, sèche et sableuse. Dans des endroits, heureusement fort rares, où cette nappe est trouée, l'argile se joint à la terre végétale, et il n'y a pas de mine.

Dans les autres, la nappe du minerai de fer est horizontale, inclinée, ou plissée en forme de bassin, et son épaisseur varie entre vingt centimètres et dix mètres. Elle est même probablement plus épaisse encore; car il y a des points où, nonobstant les conventions des actes de location, l'on prétend ne pas avoir pu la traverser jusqu'à présent, à cause de l'affluence d'une quantité d'eau par trop coûteuse à épuiser. Il est pourtant certain que cette besogne devra s'entreprendre plus tard, mais avec plus de frais et de difficultés qu'aujourd'hui assurément. Il suffit pour s'en convaincre, de comparer le développement ascendant de l'industrie sidérurgique avec l'appauvrissement continu des gîtes ferrifères qui doit en être inévitablement la conséquence logique; et, si cette comparaison n'est pas de nature à ébranler certains esprits incrédules et désintéressés, de jeter un regard sur le passé pour prévoir l'avenir. C'est, en effet, par une attaque primitive irréfléchie, c'est-à-dire mal conçue et sans portée, qu'une partie du minerai de la plupart

des anciennes minières a été perdue dans les remblais, et que ce qu'elles ont produit a coûté à l'homme un labeur et par conséquent des frais, le plus souvent très-exagérés. Stimulés par les allures d'une concurrence outrée, et trop avides de jouir immédiatement, les propriétaires des minières les ont laissé plus ou moins gaspiller dans le principe; et ce n'est que plus tard quand l'industrie sidérurgique, qui a besoin d'un assortiment de minerais, a fait un appel à de bons minerais confondus dans de vieux travaux, qu'après plusieurs efforts improductifs, on a fini par les trouver trop coûteux à exploiter. De là est résulté une perte, quelquefois considérable, pour l'industrie.

La couche de terre sableuse ordinairement jaune mais quelquefois rougeâtre, qui recouvre la nappe de minerai dont il s'agit, a une épaisseur qui varie de 0^m20 à 6^m. Le gîte, sous cette couche terreuse, offre un assemblage de fragments de fer hydroxidé mêlés de terre et quelquefois de lits de sable ou d'argile sableuse. Les parties de la mine devant être lavées, forment habituellement des $^3/_5$ aux $^4/_5$ du tout. Le reste constitue le minerai en roche, qu'il faut souvent briser en morceaux pour l'extraire des ateliers de travail. Ce minerai est trié pour être livré aux fourneaux sans lavage préalable. La mine de Herschtberg ne doit passer qu'une ou deux fois aux lavoirs, parce que l'eau emporte facilement la terre sableuse avec laquelle elle est communément mélangée. Elle rend de 50 à 70 % en volume au lavage; et l'on compte qu'en moyenne, l'hectolitre de mine brute donne la *saille,* ou 60 litres de mine lavée. Les lavoirs sont à Athus, le long de la Chiers, et auprès des minières où l'on profite de l'eau qui s'amasse sur l'argile imperméable du fond du gîte pour effectuer le lavage.

L'extraction du minerai a naturellement lieu à ciel ouvert et à la pioche. Après avoir déblayé la terre qui recouvre le gîte, on enlève celui-ci par tranches verticales légèrement talutées au front de taille. Quand les tranchées ont une

dixaine de mètres de profondeur, des treuils à bras sont perchés sur des pièces de bois horizontales fixées au sol, pour tirer le minerai des fosses. Le sol du bois de Herschtberg est très-ébouleux en temps de pluie; aussi quelques ouvriers ont-ils déjà trouvé la mort sous des éboulements arrivés tout d'un coup dans les minières qu'il récèle.

Le gîte dont il s'agit a commencé à être exploité en 1856. La section d'Athus, en concéda alors pour trois années une étendue de 4 hectares à des maîtres de forges français, moyennant un rendage de 1 fr. 75 à 1 fr. 85 par voiture de minerai lavé pesant 1,600 kilog. En 1860 le rendage fut élevé à 2 frs. ou à frs. 1,25 par 1,000 kilog., et depuis 1863, il est porté à 3 frs. 50, ce qui équivaut à 5 frs. 60 par voiture. Treize hectares environ sont concédés en ce moment au Herschtberg et au lieu dit Rodenbusch, à des maîtres de forge associés de la France, du Grand-Duché, de la Prusse et du Hainaut.

La mine du Herschtberg présente deux variétés : une variété à texture celluleuse, ou agglomérée, qui est la préférée, et une variété à texture compacte, qui est plus pesante, et cependant moins recherchée jusqu'à présent. Cette dernière est toutefois rare au Herschtberg, où elle ne forme quasi qu'une exception dans la mine celluleuse. Comme elle constitue, au contraire, la majeure partie des gîtes de Guerlange et de Langfeldt dont nous parlerons bientôt, nous ne nous en occuperons pas davantage pour le moment.

La densité de la mine agglomérée varie entre 3 et 3,35. Nous avons trouvé 3,20 pour la densité moyenne de six échantillons.

Les 10,000 kilog. de mine en roche cubent, dit-on, six mètres à peu près, ce qui ferait 1,667 kilog. par mètre cube. Il faut, ajoute-t-on, 5,50 mètres cubes de mine fine du bois d'Athus, en moyenne, pour faire un wagon de dix tonnes, ce qui correspondrait à un poids de 1,818 kilog. par mètre cube.

L'extraction du mètre cube de mine brute coûte environ fr. 1,50 (1). Lorsque le lavage doit se faire à Athus, le transport du mètre cube de terre à mine aux lavoirs coûte 2 frs. 50 au moins actuellement. Plus tard, ce prix de transport diminuera, par suite de la construction d'un chemin empierré qui s'exécute dans le bois. Le mètre de mine brute donne 1,140 kilog. à peu près de mine lavée d'après ce que nous avons dit plus haut. L'extraction et le transport aux lavoirs de la quantité de mine brute suffisante pour fournir 1,000 kilog. de minerai lavé, coûtent ainsi 3 frs. 50 en moyenne. Le lavage coûte, en outre, 1 fr. par tonne; dès lors, en comprenant *l'étoquage*, les 1,000 kilog. du minerai du Herschtberg reviennent à frs. 7 au moins actuellement aux lavoirs de la Chiers. En ajoutant à cela 1 fr. environ pour transport à la gare, chargement sur wagon et autres frais, la tonne de mine dont il s'agit revient à 8 frs., au moment de son départ par chemin de fer. D'après une convention intervenue entre le Gouvernement belge et la compagnie du Grand-Luxembourg (*Moniteur* du 19 juin 1862, N° 170), le transport des 1,000 kilog. de minerai de la station d'Athus à Couillet, Marchienne et Chatelineau, s'effectue à raison de frs. 7,80. Ce minerai coûte donc 16 frs. environ rendu à pied d'œuvre, non compris des frais généraux dont nous n'avons pas tenu compte plus haut. L'extraction des mines en roche se paie frs. 2 environ; le transport à la gare frs. 1,30, et le chargement sur wagon, 0 fr. 15 à 0 fr. 20.

Le lavage effectué aux minières coûte 1 fr. 80 à peu près par 1,000 kilog. La même eau sert plusieurs fois après avoir déposé dans des bassins d'épuration ad hoc. On la tire des puisards creusés dans l'argile à l'aide de sceaux et de pompes, et on la ramène sur les lavoirs avec des vis d'archimède ou des pompes inclinées. Les laveurs gagnent

(1) On paie 0 fr. 50 en mai 1864.

3 frs. par jour en moyenne, les pompeurs 1 fr. 50 et les mineurs 2 frs. à 2 frs. 50.

La mine de Hersсthberg passe pour être la meilleure du Luxembourg, après celle des gîtes à peu près épuisés du calcaire de Longwy. Elle donne à Gorcy. 40 % de fonte métisse, quand on l'assortit avec une partie égale de mine d'Aumetz et une demi partie de minette de Mont-St.-Martin. A Sarrebrucken, où elle entre, paraît-il, dans la proportion de 12 % dans la composition du lit de fusion, son rendement est évalué à 44 %.

Nous avons analysé 4 échantillons de minerai du Herschtberg, lesquels n'ont indiqué aucune trace de soufre, de phosphore, d'arsenic, de calcaire ni de manganèse.

Le premier avait un poids spécifique de 3,10, une texture finiment grenue et un aspect terne marqué de quelques lignes métalloïdes. Sa poussière était jaune-brunâtre. Analysé complétement, il a donné :

Eau	10,75	100
Silice pure	19,25	
Alumine	8,50	
Oxygène	18,45	
Fer.	44,05	

Le second a été analysé de même. Il avait une densité de 3,11 et du sable pure dans ses cellules. Sa poussière était d'un jaune canelle foncé. Nous l'avons trouvé composé de :

Eau	11,50	100
Silice pure	25,50	
Oxygène	18,90	
Fer	44,10	

Le troisième fut choisi parmi la mine réputée de bonne qualité. Sa poussière était analogue à celle du second

échantillon. Il avait 3,20 pour densité. Le résidu plus sableux qu'argileux, insoluble dans le chloride hydrique concentré et bouillant, n'a pas été décomposé comme dans les deux cas précédents. L'échantillon fut trouvé composé de :

Eau	13,250	100
Argile très-sableuse .	14,500	
Oxygène.	21,675	
Fer	50,575	

Le quatrième échantillon était de première qualité. Il avait une densité de 3,35, des parties brillantes dans sa cassure et une poussière d'une couleur plus foncée encore. Il a été trouvé formé de :

Eau	12,500	100
Argile très-sableuse .	14,750	
Oxygène.	21,825	
Fer	50,925	

La mine de Herschtberg est assez fragile. L'alumine qu'elle renferme semble provenir principalement de sa gangue ou de la glaise qui l'empâte ordinairement. Cette glaise doit fonctionner comme *herbue,* ou comme fondant, en présence de la silice ou de la chaux dans les hauts fourneaux.

Langfeldt.

Le gîte du *Langfeldt* est à un niveau moins élevé que celui dont nous venons de parler. Il s'étend aussi dans le Grand-Duché et repose sur une argile imperméable sous laquelle la sonde n'a pu découvrir de minerai. La roche qui l'encaisse appartient au Lias supérieur ou à la marne de Grandcourt.

Ce gîte fut entamé en 1855, à la suite d'une concession

de 3 ans faite sur six hectares, à raison de 1 fr. 75 par 1,600 kilog. de mine lavée. Plus tard on reconnut que la mine ne s'étend en ce point que sur 1 à 2 hectares environ, et l'étendue de la concession fut restreinte. Aujourd'hui, le rendage ou étoquage, est de 1 fr. 80 par voiture de mine lavée pesant 1,600 kilog.

Sous une couche de terre végétale de $0^m,10$ à $1^m,50$ d'épaisseur, se trouve, au lieu dit Langfeldt, un amas de fer hydroxydé, épais de $0^m,25$ à 3^m, mélangé d'argile plus difficile à emporter au lavage que celle qui accompagne le minerai du Herschtberg. C'est pour ce motif que la mine brute doit être lavée deux fois au moins.

La puissance du gîte est rarement de 2 à 3^m ; le plus souvent, elle ne dépasse pas un mètre.

L'extraction s'opère naturellement à ciel ouvert, à l'aide de pioches et de pelles.

La terre de recouvrement se retrousse; après quoi, la mine s'enlève jusqu'au fond du gîte. L'eau recueillie dans les fouilles et par des rigoles pratiquées sur la surface glaiseuse du bois, sert au lavage. Les fosses épuisées se remblayent; de nouvelles fosses se creusent à côté; et la présence des terres rapportées, indique les endroits où il ne reste plus rien à exploiter.

Un avantage important des gîtes des environs de la station d'Athus, c'est que, contrairement à ce qui se remarque ordinairement ailleurs, ils ne contiennent presque pas de fausse mine. Le minerai du Langfeldt, n'est jamais en roche comme celui du Herschtberg. Il est formé de petits fragments et de cailloux arrondis ou applatis, dont la surface est quelquefois luisante ou polie par le travail des eaux diluviennes. Il est facile à briser. Sa cassure est droite, anguleuse et parfois légèrement conchoïde.

Sa texture est habituellement granulo-compacte. Il a une couleur puce, brun marron, ou gris de fer, et un aspect souvent miroitant dans sa cassure fraîche. Beaucoup plus

facile à broyer que le fer hydroxydé quartzeux du bois de Ruette, il donne une poudre d'un brun plus foncé que celle qui provient des minerais dont nous avons parlé jusqu'ici.

Sa densité varie entre 3,20 et 3,60 ; nous avons trouvé 3,40 pour le poids spécifique moyen de six échantillons. Le mètre cube de minerai lavé pèse de 1,925 à 2,000 kilog. environ.

Les 1,000 kilog. de ce minerai aux lavoirs coûtent à peu près 4 frs. Son rendement a été trouvé, dit-on, de 54 °/₀ dans le creuset brasqué.

L'analyse de six échantillons nous a fourni les résultats consignés dans le tableau suivant :

Échantillons.	Eau.	Sable.	Argile.	Argile sableuse.	Oxygène.	Fers.
No 1	8,00	»	»	12,00	24,00	56,00
» 2	10,00	8,90	6,60	»	22,35	52,15
» 3	8,00	5,00	4,00	»	25,00	58,00
» 4	8.00	»	»	15,00	23,10	53,90
» 5	12,50	5,00	»	»	24,75	57,75
» 6	11.00	11,00	»	»	23,40	54,60

Les deux derniers échantillons ont été analysés avec le plus de soin. L'absence du calcaire, du soufre, du manganèse, du phosphore et de l'arsenic a été constatée dans tous.

De là, il résulte que les minerais du bois d'Athus ne paraissent renfermer aucune substance qui soit de nature à altérer la qualité du fer qu'ils sont susceptibles de produire.

Des habitants d'Athus possèdent des terrains où il y a 0ᵐ,50 à 1ᵐ d'épaisseur de minerai compacte, mêlé d'argile, sous la terre végétale. Le macigno affleure dans les environs où il est recouvert de schiste bitumineux. Ces gîtes sont dès lors, aussi, encaissés dans la marne dite de Grandcourt. On ne les exploite pas pour le moment.

La mine qui s'y trouve est un peu moins estimée que celle du bois, en général.

Longeau.

Un gîte analogue à celui du Langfeldt, mais plus important, est également encaissé dans la marne de Grandcourt entre Longeau et Guerlange, commune de Messancy.

Il appartient à des particuliers, et vaut actuellement de 10 à 15 mille francs l'hectare.

On l'exploite depuis très-longtemps déjà. Le minerai qui s'y trouve est semblable à celui de Langfeldt, sauf qu'il est associé avec un peu de fer hydroxydé celluleux analogue à celui du Herschtberg. Coupé verticalement, ce gîte présente à partir de la surface :

A). Une couche de terre végétale remplie de mine à laver, épaisse de $0^m,80$ en moyenne.

B). Une couche d'argile imperméable d'une épaisseur d'un mètre.

C). Une seconde couche de mine d'une puissance variant entre $1^m,20$ et 3^m.

D). Une couche d'argile dans laquelle la sonde a, dit-on, pénétré à une profondeur de six mètres sans rencontrer le macigno, qui affleure cependant tout près de là (1).

Les minières belges des environs de la station d'Athus ont fourni au-delà de onze millions de kilogrammes de minerai lavé en 1862.

Le macigno s'exploite à proximité d'Athus. Il est recouvert de schiste bitumineux à la station et près du village d'Athus, ainsi qu'un peu au nord-est du village de Guerlange.

La limite des bassins hydrographiques de la Meuse et du Rhin se dirige de Guerlange vers Arlon (Pl. IV). Les eaux

(1) On vient d'atteindre le macigno à 10^m de profondeur, à l'aide d'un puits destiné à fournir de l'eau aux lavoirs.

en se retirant des hauteurs du voisinage d'Athus, de Guerlange, d'Arlon, de Longwy, de Ruette, de Couvreux, etc., semblent avoir entraîné des parties de gisements ferrifères vers Ruette, St-Remy et Dampicourt d'une part, et Sélange, Sterpenich, Wolkrange, Clémency, Kahler, et Hagen de l'autre; car on retrouve dans les minières de ces dernières localités, des minerais analogues à ceux du bois d'Athus et du Herschtberg et dont les morceaux sont d'autant plus petits, qu'ils sont plus éloignés des lieux d'où ils paraissent provenir.

Ruette. — Pleid. — Chenois.

Des alluvions de fer hydraté ont été exploitées depuis un temps immémorial le long de la Vir, depuis Musson jusqu'au-delà de Chenois, dans des prairies appartenant à des particuliers. Elles sont déposées sur le macigno, et dans quelques endroits, comme à proximité de Ruette, elles récèlent des dents et des ossements de grands pachydermes de l'époque quaternaire dont M. Pierre Vandermaelen, de Bruxelles, possède quelques beaux échantillons dans ses vastes et très-précieuses collections.

Les gîtes des environs de Musson sont épuisés; ceux de St.-Remy près de Signeulx, contiennent, dit-on, encore plusieurs endroits où il y a de $0^m,60$ à $1^m,50$ d'épaisseur de bon minerai à exploiter. Seulement, comme les terrains qui les renferment ont beaucoup de valeur pour l'agriculture, il faudrait créer des moyens de transport commodes et économiques, pour permettre aux propriétaires de ces gisements de les exploiter avec profit.

La prairie de Ruette St.-Remy, a contribué pendant très-longtemps à pourvoir aux besoins des hauts-fourneaux du Luxembourg. Le gîte qui est fort appauvri en ce moment, se compose d'une couche alluviale de 0^m60 à $1^m,25$ de puissance, mélangée de $^2/_3$ à $^3/_4$ d'argile, recouverte de 0^m25

à 1^m75 de terre végétale, et déposée sur une glaise imperméable sous laquelle la sonde a vainement cherché à découvrir du minerai. Tous ses affleurements sont épuisés. Des sondages pratiqués à travers le terrain de recouvrement, indiquent les endroits où il reste quelque chose à extraire. On traverse alors par des puits boisés de 2 à 3 mètres de profondeur, tout le terrain jusqu'à la glaise du fond du gîte; on enlève la mine à la pioche et à la pelle, sur une étendue de 9 mètres carrés, ou de 0^m50 environ au-delà du pourtour de la section du puits; on remblaye la fouille, et l'on en recommence une semblable à côté. Comme au Langfeldt, la présence des terres rapportées indique au mineur les endroits où il n'y a plus de mine à exploiter.

Le peu d'eau qui afflue dans les fosses, s'extrait à l'aide de sceaux.

Le lavage s'opère le long du ruisseau de Ruette.

Les ouvriers gagnent de petites journées : 1 f. 25 à 1 fr. 75 en moyenne.

La voiture de mine lavée, de 12 *sailles* de 50 litres chacune, compte pour 1,000 kilog. aux usines, ce qui revient à 1,667 kilog. environ le mètre cube. Elle vaut 9 à 10 frs. aux lavoirs, et demande 6 à 7 frs. de frais d'extraction, de dégâts, de lavage et de surveillance des travaux, etc.

Le minerai de la prairie entre St.-Remy et Chenois se compose de fragments d'hématite, provenant des gîtes du calcaire de Longwy, de fer hydroxydé en grains nommés *cendrée*, de petits cailloux de quartz, de calcaire et de macigno, et, en outre, de mine fausse, appelée *fève*, à cause de sa forme communément amygdaloïde. Les fèves contiennent de l'argile durcie, plus ou moins ocreuse. Elles nuisent à la qualité du minerai. L'hématite fer fort produit naturellement un résultat contraire. C'est pour cette raison que le minerai dont il s'agit passe pour donner du fer métis ou du fer tendre, suivant les proportions relatives des éléments qui le composent.

Nous avons trouvé 1,70 pour la densité des fèves, 2,44 pour la densité de la cendrée, et 3,17 pour la densité moyenne de 4 échantillons d'hématite brune qui leur était associée.

L'hématite est exempte de soufre, de phosphore, de manganèse et de calcaire; mais elle est plus ou moins quartzeuse, comme celle du bois de Ruette. L'analyse d'un échantillon de cette substance nous a donné :

Eau	11,00	100
Sable très-peu argileux.	13,00	
Oxygène	22,80	
Fer.	53,20	

Un fait que nous avons constaté, dans la plupart des minerais limoneux de nos terrains secondaires, c'est qu'ils renferment des traces plus ou moins bien accentuées de manganèse. Et comme la présence du manganèse ne s'observe pas dans les cailloux de minerai du bois de Ruette, du voisinage d'Athus et d'ailleurs encore, on serait porté à croire que ce métal étranger provient des gangues argileuses des gisements où il se trouve avec le fer. L'analyse de la mine fine de la prairie de Ruette indique en effet des traces bien marquées de manganèse, et en même temps l'absence du soufre, du phosphore et du carbonate de chaux.

Nous avons trouvé pour la composition d'un échantillon de cette mine :

Eau	12,50	100,00
Résidu plus argileux que sableux. .	45,00	
Oxygène	12,75	
Fer.	29,70	
Manganèse oxydé	0,05	

Les gîtes des environs de Chenois renferment peu de mine à présent. Les petits amas de cette localité ont de

0m25 à 1m00 d'épaisseur au plus. Ils gisent aussi sous la terre végétale. Leur minerai est analogue à celui de la prairie de Ruette ; mais il rend moins encore au lavage. On ne les exploite plus depuis quelques années déjà.

Les alluvions ferrifères de la prairie de Ruette-St.-Remy fournissent 2,000 tonnes environ de minerai chaque année aux usines de la France. La sortie et l'entrée ne payent aucuns droits, comme on sait. Le droit de barrière n'existe pas sur les routes de l'État en France. Autrefois, le transport par axe sur les voies empierrées, coûtait 1 fr. 50 en moyenne par 1,000 kil. et par lieue. Aujourd'hui que l'exploitation des minières du bassin de la Vir languit, et que par suite de cela les voituriers manquent d'occupation, le transport du tonneau-lieue se fait à raison de 0 fr. 80 à 1 fr. 25.

Des terrains de particuliers, à Rouvroy, commune de Lamorteau, et à Dampicourt, renferment des alluvions de fer hydroxydé qui s'exploitent depuis une époque très-reculée. Ces gîtes reposent sur le schiste d'Ethe.

Dampicourt.

Le gîte de Dampicourt est très-appauvri. On dit toutefois qu'il contient encore des parties vierges que l'on réserve pour l'avenir.

La partie qui s'exploite maintenant présente la coupe verticale que voici :

A) 2 à 4m de terre végétale sableuse à déblayer.

B) 1m20 de terre à mine, qui rend 1/8 à 1/6 de minerai en volume au lavoir.

C) 0m80 de sable à déblayer.

D) 0m80 de terre à mine à laver.

E) Du sable au fond du gîte.

Dans d'autres endroits, qui sont exploités en ce moment, l'alluvion dont il s'agit offrait une coupe différente, et le minerai qu'on y tirait était meilleur qu'à présent.

La mine de Dampicourt est un mélange de quartz, de fèves, de cendrée et d'hématite quartzeuse ressemblant à celle de la prairie de Ruette. Elle est exempte aussi de soufre, de phosphore et de calcaire. Celle qui est en grains à un poids spécifique de 3,30. Elle renferme des traces de manganèse bien accusées. Nous l'avons trouvée composée de 11,25 % d'eau, 40 % de sable argileux, et de 48,75 % d'oxyde ferrique correspondant à 34 % de fer environ, en opérant sur un échantillon seulement.

L'hématite quartzeuse ne nous a donné que 2,77 pour la densité moyenne de trois échantillons. Ceux-ci ayant été pulvérisés eusemble, n'ont révélé aucun indice de manganèse. Ils étaient formés, en commun, de 10 % d'eau, 55 % de silice, et de 24 % de fer seulement.

Les 12 sailles de 50 litres de minerai de Dampicourt pèsent, au plus, 1,000 kilog. et valent 9 frs. aux lavoirs. Les frais d'exploitation s'élèvent à 6 frs. par voiture, tout compté.

Les minières produisent 200 à 500 tonnes de minerai par an pour les fourneaux qui avoisinent notre frontière.

Rouvroy.

Le gîte de Rouvroy est moins épuisé, paraît-il, que celui de Dampicourt. Il contient un amas ferrifère de 0m60 à 1m25 d'épaisseur, placé entre 0m50 à 2m50 de terre végétale, et une argile compacte, imperméable. La mine brute rend $^1/_3$ à $^1/_2$ en volume au lavage. Le minerai lavé vaut ordinairement un peu mieux que celui de Dampicourt avec lequel il a du reste la plus grande analogie. Sa densité varie entre 3 et 3,53. La densité moyenne de trois échantillons choisis a été trouvée égale à 3,27. La voiture de 600 litres pèse 1,000 kilog. à peu près, et vaut 9 frs. 50 aux lavoirs. Elle coûte 6 frs. environ de frais d'exploitation.

Les minières de Rouvroy ne sont pas activées en ce

moment. Il y a quelques années qu'elles produisaient 3 à 4,000 tonnes de minerais pour les usines de la France et de la province de Luxembourg.

Tœrnich.

Le fer hydraté forme un gîte d'une étendue de 400 hectares environ, à proximité de la station d'Arlon sur le territoire de la commune de Tœrnich. Ce gîte s'épanche dans la prairie d'Arlon au-dessus du grès de Virton. Près de Wolkrange et à Bebange, il a donné lieu à des dépôts de minerai que l'on n'a pas encore entamés, et qui sont susceptibles d'exploitation. Une trace du même gisement s'observe également au sommet du grès de Virton, avant d'entrer dans le bois de Wolkrange, à la gauche du chemin de Seyler-Hoff à Wolkrange. Nous n'avons représenté que les endroits où nous avons constaté qu'il peut y avoir lieu maintenant de pratiquer des fouilles pour extraire de la mine avantageusement. Celle-ci est d'autant plus abondante et meilleure, qu'elle est plus accompagnée d'argile; car elle est rare et quartzeuse partout où elle repose sur le grès de Virton ou de la station d'Arlon.

Dans le même village de Tœrnich, et deux fois sur le chemin de Tœrnich à Stockem, le sable de l'étage du grès d'Arlon est recouvert d'une véritable cuirasse de fer hydroxydé, épaisse de 0^m15 à 0^m25, qui retient les eaux superficielles. A la carrière de Tœrnich, ce sable est gros, blanc et fort pur. L'industrie pourrait en faire son profit. La couche de fer hydraté qui le surmonte forme des feuillets à texture granulo-compacte, qui ont une densité moyenne de 3 au moins. Soumis à l'analyse, ces feuillets ont accusé des traces de manganèse, et l'absence du soufre, du phosphore et du carbonate de chaux. Nous les avons trouvés composés de : 7,50 °/₀ d'eau, 15,50 à 15,75 °/₀ d'oxygène, 40 à 41 °/₀ de sable un peu argileux, et de 36 à 36,75 °/₀ de fer métallique.

Sur la cuirasse ferrifère apparaissent en remontant : de l'argile, des bancs schistoïdes de calcaire grisâtre, de la terre à mine en quelques points, des schistes tendres et grisâtres près de la route d'Arlon à Virton, des gîtes ferrifères, des marnes à ovoïdes grisâtres avec esquilles de couleur ardoisée, et finalement de l'argile ocreuse jaunâtre en amas de 1 à 2ᵐ de puissance, au sommet du Hirschberg (1). On exploite cette dernière argile, pour en fabriquer, à Stockem, des briques jaunes et rouges, servant au badigeonnage.

Le minerai de fer constitue des amas isolés, plus ou moins puissants et plus ou moins étendus dans le vaste périmètre que nous avons circonscrit. Il affleure généralement presque partout où il forme des gîtes. Ailleurs, il est représenté par des fragments disséminés à la surface du sol. Près de la maison isolée dite *auf Tieresberg*, où on ne l'exploite plus depuis plusieurs années déjà, il est de première qualité, et constitue, dit-on, un gîte de 2 à 6ᵐ d'épaisseur, qui est malheureusement un peu éloigné de la station d'Arlon, et des lieux où il faudrait conduire la mine pour la laver. Dans la prairie de Tœrnich et le long de la route de Virton, il a été récemment exploité, mêlé à la terre végétale, sur une épaisseur de 0ᵐ75 à 1ᵐ50. Au nord-ouest de la dite route, les maîtres de forges de la province de Luxembourg l'ont également exploité pendant des siècles, sur des épaisseurs de 0ᵐ60 à 2ᵐ. Contre le chemin d'Udange, à Arlon, il offre une puissance de 1 à 3ᵐ. A l'entrée du bois, en allant d'Arlon à Udange, il présente une couche de 1 à 7ᵐ. Et dans le voisinage du hameau de Sesselich, où le fond du gîte n'a pas encore été atteint en certains endroits, les amas ferrifères reconnus offrent une puissance de 1 à 8ᵐ.

1) On prétend que le *Hirschberg* (montagne du cerf), s'appelait anciennement *Erzberg*, ou montagne à mine.

En 1861, nous avons été le premier à constater, pensons-nous, la présence du manganèse dans des bancs sableux noirâtres qui sont à la base du grès de Luxembourg, à côté du moulin de Lingenthal près de Waltzing. Le chalumeau nous ayant révélé plusieurs fois encore après cette époque l'existence du même métal dans divers échantillons de minerai de fer, nous avons pour ces motifs, recherché ses gisements dans le Luxembourg. Ces jours derniers, nous avons été assez heureux de remarquer à Sesselich, dans une fosse de minerai de fer, de petits amas contenant une matière terreuse noirâtre que les mineurs séparaient avec soin du minerai à expédier à Liége, et, après examen, nous avons reconnu que ces amas renferment beaucoup de manganèse mélangé avec le minerai de fer (1).

Sauf une partie du bois traversé par le chemin de Sesselich à Wolkrange et qui appartient aux habitants de ce dernier village, les autres terrains compris dans le périmètre que nous avons tracé sont des propriétés particulières.

Le gîte dont il s'agit renferme donc beaucoup de minerai, très-facile à extraire au moyen de petites fouilles à ciel ouvert. L'eau n'est malheureusement pas trop abondante, surtout pendant les sécheresses, à proximité des lieux d'extraction. Cependant en prenant des précautions, le lavage ne coûte que 0 fr. 35 environ par 1,000 kilog. Il suffit, pour cela, de le hâter quand il y a de l'eau dans les petits ruisseaux du voisinage, et de creuser des bassins pour retenir et conserver les eaux de pluie qui sont arrêtées, par les couches imperméables, recouvrant le grès, que nous avons signalées plus haut.

Le minerai du territoire de la commune de Tœrnich est rarement en roche comme celui du Herschtberg décrit précédemment. Il forme ordinairement des fragments anguleux, plutôt applatis qu'arrondis, mélangés avec un gravier

(1) Le manganèse joue un rôle important dans la fabrication des fers aciéreux, fort recherchés maintenant.

métallifère, ou de la mine fine. Il présente divers degrés de richesse, sur le vaste terrain où il est comme éparpillé. Sa texture est plutôt gréseuse que compacte. Sa cassure est droite et anguleuse. Sa couleur tire sur celle de la rouille. Son aspect est terne, excepté dans quelques échantillons de choix, fort rares encore, où il est noir et miroitant. En prenant la densité d'une trentaine d'échantillons, nous avons trouvé des résultats variant entre 3 et 3,75. La densité moyenne de quinze échantillons fragmentaires a été trouvée égale à 3,30. Le poids du mètre cube de ce minerai peut varier entre 1,550 et 1,750 kilog., par suite de sa teneur en fer et des interstices qui existent entre ses morceaux réunis en tas. La mine brute se lave 2 ou 3 fois, et elle rend 1/3 à 2/3 en volume au lavage. Pour la débarrasser du sable qui l'accompagne, le lavage s'opère sur une grille en fer battu à barreaux très-rapprochés, agissant comme une passoire, et qui est établie au-dessus du canal qui conduit l'eau bourbeuse dans les bassins de dépôt.

Les pompeurs gagnent 1 fr., les laveurs 1 fr. 50 à 2 frs. et les mineurs 1 fr. 50 à 1 fr. 75 par jour.

On peut actuellement exploiter d'énormes quantités de minerai dans le gîte dont il s'agit.

Avant 1856, la tonne de mine de Tœrnich valait 1 fr. 50 à 2 frs. aux lavoirs. Aujourd'hui, le rendage par 1,000 kil. est de 1 fr. 75, ce à quoi il faut ajouter 2 frs. 15 de frais d'exploitation environ, pour avoir le prix de revient de la tonne de mine lavée aux minières.

Nous avons déjà dit précédemment l'usage que l'on faisait en 1856, de la mine de Tœrnich pour fabriquer des boulets très-préconisés à cause de leur bonne qualité. A cela nous nous bornerons d'ajouter que l'on obtenait une fonte forte d'affinage en mêlant, à Buzenol, 1/6 de minerai de Tœrnich avec 2/6 de minerai du bois de Ruette et 3/6 de minerai du plateau de Differdange, et que la fonte prenait, disait-on, immédiatement de l'aigreur, dès que l'on substi-

tuait au minerai de Tœrnich de la mine compacte de Guerlange, ou bien de la mine de qualité analogue provenant de Pétange, de Clémency ou de Sélange. Près d'Udange, dans le schiste d'Ethe, nous avons récolté en 1862, un morceau de fer sulfuré qui était en état d'efflorescence. Il avait la forme d'une sphère applatie de 0m04 de longeur pour l'axe équatorial, et de 0m02 pour l'axe polaire, et il était entouré d'une argile durcie de couleur grisâtre. Conservé pendant un an dans notre collection, il s'est complétement pulvérisé en s'exfoliant et se changeant en sulfate de fer. L'argile qui l'empâtait a pris une couleur de rouille, tout en se durcissant davantage, et après le départ de la pyrite décomposée, il est resté un échantillon semblable aux ovoïdes du schiste d'Ethe. Nous ignorons, faute d'un nombre suffisant d'observations, si tous les ovoïdes ont été formés de la même manière, et nous nous bornerons, pour ce motif, à rapporter le fait qui précède comme étant de nature à le faire supposer (1). Ce fait servira d'ailleurs à nous révéler la cause probable de l'existence de la pyrite dans certains échantillons de minerai de Tœrnich et de Sélange.

Dans quatre échantillons de mine de Tœrnich et de Sesselich que nous avons analysés, nous n'avons trouvé ni phosphore, ni manganèse (2), ni calcaire. Le résultat de nos recherches analytiques est consigné dans le tableau ci-après :

(1) Les ovoïdes ressemblent à la *pierre d'argile* dont nous avons parlé précédemment, c'est-à-dire à des grelots ou à des boules creuses emprisonnant un noyau détaché d'argile. Si ce noyau provient d'une pyrite *argileuse*, changée en sulfate ferreux qui a pu traverser la coque poreuse, l'explication de la formation des ovoïdes et de la pierre d'argile est sans difficulté.

(2) Le manganèse n'est donc pas disséminé dans toutes les parties du gisement. Il en est de même pour la pyrite qui y paraît même rare.

NATURE DES ÉCHANTILLONS.	Eau.	Silice.	Alumine.	Sable.	Sable argileux.	Pyrite.	Oxygène.	Fer.
1) Gréseux d'une densité de 3,21	8,70	»	»	»	27,50	»	19,20	44,80
2) Mine fine en gravier analysée complétement.	11,25	6,30	0,75	»	»	3,70	23,40	54,60
3) Fragments mêlés.	11,25	»	»	30,75	»	»	17,40	40,60
4) Fragment miroitant.	12,00	»	»	»	8,00	0,25	23,925	55,825

Les 1,000 kilog. de minerai de Tœrnich et de Sesselich, coûtent actuellement 5 à 6 fr. chargés sur wagon à la station d'Arlon.

Arlon.

Deux épanchements du gîte principal dont nous venons de parler, s'exploitent par leurs propriétaires, dans la prairie d'Arlon. Celui du haut est reconnu sur $^2/_3$ d'hectare environ. Il a $0^m,70$ d'épaisseur sous une couche de 0,75 à 1^m de terre végétale.

La mine extraite des fosses est sableuse à cause de la proximité du grès de Virton. On la lave sur place et deux fois. Elle rend la moitié environ, en volume, au lavage. La mine lavée a une densité qui varie entre 2,75 et 3,60. Elle revient à fr. 5,50 la tonne chargée sur wagon à Arlon. Les frais d'exploitation entrent pour fr. 2,25, à peu près, dans ce prix.

L'analyse complète d'un échantillon de ce minerai nous a indiqué l'absence du soufre, du phosphore, du manganèse et du calcaire, et en outre :

Eau	10,00	
Silice	25,00	
Alumine	12,50	100,00
Oxygène	15,75	
Fer métallique	36,75	

Cette mine demande donc 25 °/₀ de calcaire pour être convenablement traitée dans le fourneau. Une partie de l'addition du fondant peut provenir, comme on sait, de l'assortiment des minerais dans le lit de fusion.

L'épanchement ferrifère le plus rapproché d'Arlon, est reconnu sur $^1/_2$ hectare au plus. Il a $0^m,35$ à 1^m de puissance sous $0^m,50$ à 1^m d'épaisseur environ de terre à retrousser.

La mine brute se lave bien et aisément sur place, dans de petits lavoirs. Elle rend les $^2/_3$ en volume de mine lavée, en moyenne. Cette dernière est formée de grains ferrugineux et de fragments de la grosseur d'un pois à la grosseur d'un poing. La mine en fragments a une densité moyenne de 3,15 environ. Nous avons trouvé 2,99 pour la densité moyenne de 13 échantillons de mine en gravier. Le mètre cube de mine en tas pèse 1,650 à 1,700 kilog. en moyenne; et les 1,000 kilog. valent 6 fr. chargés sur wagon à la station d'Arlon. Les frais d'exploitation entrent pour $^1/_3$ environ dans le prix de vente.

L'analyse de deux échantillons du gîte minier dont il s'agit, ne nous a indiqué ni soufre, ni phosphore, ni manganèse, ni carbonate de chaux. Ces deux échantillons étaient composés de :

Eau	8,00	9,50
Sable	18,40	14,50
Argile	21,60	16,00
Oxygène	15,60	18,00
Fer	36,40	42,00
Ensemble	100,00	100,00

L'essai au creuset brasqué du minerai du gîte inférieur de la prairie d'Arlon, a produit, dit-on, 34 à 36 % de fonte.

Wolkrange.

L'amas ferrifère de Wolkrange est encore intact. Il est contre le ruisseau du village.

Sélange.

Le schiste d'Ethe encaisse les alluvions de fer hydraté de Sélange et de quelques points des environs de la station de Sterpenich.

Deux analyses effectuées avec soin sur un mélange d'échantillons pulvérisés ensemble, ont donné :

	1re analyse.	2e analyse.
Eau	9,00	11,25
Argile sableuse. .	30,00	24,11
Pyrite	2,00	1,39
Oxygène.	17,70	18,98
Fer	41,30	44,27
	100,00	100,00

Sterpenich.

Nos alluvions du voisinage de la station de Sterpenich s'observent au Grasser-Büsch et dans la prairie qui longe le railway.

Celle du Grasser-Büsch est presque intacte et contient beaucoup de bon minerai à exploiter. Elle a une puissance de 1 à 4 mètres au plus. Dans un grand nombre d'endroits, le gîte forme une couche, épaisse de 1 à 2 mètres, placée entre une glaise qui retient l'eau et la terre végétale, épaisse de 0m,20 à 0m,40. Le minerai qui le constitue rend 1/2 à 2/3 au lavage. On le débarasse d'un mélange de cailloux à surface luisante, qui sont très-durs et composés de quartz ferrugineux; mais on ne peut séparer totalement les fèves ou les morceaux d'argile ocreuse durcie, qui l'accompagnent encore après le lavage. Comme tous les minerais de Sterpenich, celui du Grasser-Büsch est exempt de soufre, de phosphore, d'arsenic et de calcaire. Un échantillon que nous avons analysé complétement, avait une densité égale à 3 seulement. Il accusait des traces bien accentuées de manganèse. Sa composition était comme suit :

Eau	10,00	100,00
Silice	26,00	
Alumine	7,00	
Oxygène	17,10	
Fer	39,90	

Ce minerai peut se laver auprès des minières (1).

L'une de ces alluvions renferme une couche superficielle de bon minerai d'une épaisseur de 0m,40 à 1m,50; mais il n'y a pas d'eau pour permettre d'établir des lavoirs tout près.

C'est pour cela qu'on l'exploite peu dans ce moment. L'analyse d'une prise d'essai, provenant de ce gîte, a fourni, outre des indices de manganèse moins marqués que dans la mine du Grasser-Büsch :

Eau	9,00	100,00
Silice	17,50	
Alumine	5,50	
Oxygène	20,40	
Fer	47,60	

L'alluvion qui longe le chemin de fer est en grande partie épuisée. Où cela n'a pas encore lieu, elle renferme 0m,50 à 1m,20 d'épaisseur de terre à laver, rendant 1/4 à 3/8 au lavage, placée sous la couche du sol cultivable. Les lavoirs sont faciles à construire en cet endroit. Ainsi qu'ailleurs, la mine brute se lave trois fois ordinairement. Le gîte de cette localité est à un niveau stratigraphique moins élevé que tous ceux que nous avons décrits dans cet ouvrage. Il repose, en effet, sur la marne de Strassen, et l'on retrouve même des échantillons du minerai qui le compose, jusque sur le grès de Luxembourg, près de la route de Steinfort. Ce grès perce la marne à griphée arquée entre Sterpenich et Bettingen. On l'exploite aussi dans le village même de Sterpenich, où il renferme des cardinies, et où la marne, avec griphée arquée et spirifère de Walcott, le recouvre d'une couche imperméable qui retient l'eau nécessaire aux

(1) On vient de constater que le gîte est beaucoup moins riche qu'on était en droit de le supposer.

habitants du village (1). C'est donc par erreur que l'étage du schiste et du macigno d'Aubange a été indiqué à Sterpenich sur la belle carte de Dumont.

La mine de la prairie de Sterpenich est manganésifère. Un échantillon que nous avons analysé entièrement, avait 3,44 pour densité. Il était composé de :

Eau	28,00	100 00
Silice pure	10,00	
Oxygène.	18,60	
Fer	43,40	

Une seconde alluvion renferme peu de minerai à présent en Belgique; mais elle se prolonge entre Bettingen et Kahler vers Hagen, dans le Grand-Duché. Chez nous, elle constitue une couche de mine mêlée à $^{3}/_{5}$ d'argile qui se lave 3 ou 4 fois sur les lieux ou près de la station, quand l'eau manque dans les minières exploitées. Cette couche a 0m50 à 1m20 d'épaisseur. Elle est également très-voisine de la surface du sol. Le gîte du Grand-Duché est plus puissant et surtout plus étendu. Sous une couche de terre arable de 0m25 à 2m d'épaisseur qu'il faut enlever, il présente un amas ferrifère épais de 0m25 à 1m40 que l'on exploite par des puits rectangulaires à grandes sections. L'eau qui se réunit dans les fosses épuisées, sert au lavage sur place. On la tire sur les lavoirs au moyen de pompes ou de vis d'Archimède. Après quoi, elle retourne dans les fosses pour être réemployée après avoir déposé.

Nous avons trouvé par l'analyse d'un échantillon du minerai de la prairie de Kahler, le résultat que voici :

(1) Le grès de Luxembourg est comme le calcaire eifelien : il ne retient pas l'eau. Ce n'est que dans les endroits où il est recouvert de marnes imperméables que l'on peut y établir des puits, et par suite y construire des habitations. Les villages de Waltzing, d'Heckbous, de Bonnert, de Guirsch, de Frassem, de Viville, de Freylange et de Heinsch en font foi dans les environs d'Arlon; ailleurs le grès est ordinairement recouvert de sables arides, de boquetaux ou de petites forêts.

Eau	12,750	100,00
Sable peu argileux .	22,500	
Oxygène	19,425	
Fer.	45,325	

Cet échantillon indiquait peu de traces de manganèse.

Les analyses rapportées précédemment doivent avoir démontré suffisamment que les minerais de nos terrains secondaires sont riches, d'abord, et que, de plus, ils ne contiennent pas ou presque pas d'éléments de nature à les faire déprécier dans les usines. Le quartz qui s'y trouve est l'indice des mines de fer fort dans le Hainaut, d'après notre condisciple M. l'ingénieur Bouhy (1). La même chose se confirme pour les minerais de St.-Pancré, de Differdange et de Ruette.

Quant à l'alumine, nous savons qu'elle est indispensable à la formation du bon laitier, et qu'il n'y en a pas trop pour cela dans les minerais dont nous nous sommes occupé. Il reste donc au métallurgiste à s'efforcer de perfectionner le traitement de ces minerais, pour en tirer le résultat le plus avantageux qu'ils sont susceptibles de procurer à l'industrie. L'analyse doit servir à le guider en l'éclairant à ce sujet ; et s'il est bien prouvé que des minerais qui ne diffèrent guère dans leur composition chimique fournissent, néanmoins maintenant, des produits de qualité fort différente, il va de soi que c'est à lui qu'il appartient de faire disparaître par la pratique, une telle anomalie signalée par la science.

L'essai, dans le creuset, des minerais des environs de Sterpenich a, paraît-il, donné 35 à 40 °/₀ de fonte : en moyenne 36 °/₀. Ce renseignement concorde avec les résultats des analyses, par voie humide, que nous avons faites et rapportées précédemment.

L'exploitation des minerais dans les environs des stations

(1) Description des gîtes ferrifères de la province de Hainaut.

de Stepernich et de Bettingen, s'opère par cense cubant 2^m^38 au lieu de 2^m^ comme dans le Hainaut (M. Bouhy). Les mineurs gagnent fr. 1,50 à fr. 2,50, et les laveurs 2 à 3 fr. par jour. La mine du Grand-Duché est communément moins pesante que la nôtre. Sa densité varie entre 2,07 et 3,42. Nous n'avons obtenu que 2,77 pour le poids spécifique moyen de 8 échantillons. Il faut 2 ¹/₂ censes, ou près de 6 mètres cubes, de cette mine, en général, pour faire le wagon de 10,000 kilog., ce qui revient à un poids moyen de 1,670 kilog. à peu près par mètre cube. La densité de notre minerai oscille entre 3 et 3,57. Elle est de 3,15 en moyenne. Le mètre cube de la mine du territoire belge pèse de 1,660 à 1,950 kilog. Il est en moyenne du poids de 1,800 kilog. environ. Il faut, dès lors, à peu près 5,55 mètres cubes de ce minerai par wagon de 10 tonnes.

L'on obtenait de la fonte de moulage au fourneau de Clairefontaine avec un assortiment de minerais provenant de Sterpenich, Kahler et Hagen. Le rendement variait entre 32 et 35 % de fonte moulée.

Dans les autres fourneaux du Luxembourg, on mêlait des minerais de Guerlange, de Pétange, de Sterpenich, Hagen et Kahler, de Tœrnich, de Dampicourt et de la prairie de Ruette, avec des minerais du bois de Ruette et de Differdange, pour fabriquer des fers métis. Sans l'intervention des minerais du calcaire de Longwy et de Tœrnich, on ne coulait que des fers tendres.

Les 1,000 kilog. de minerai chargés sur wagon, valent de 5 à 6 frs. aux stations précitées. Ils coûtent au Grasser-Büsch, par exemple, fr. 1,55 de rendage, fr. 1,75 d'extraction et de lavage, fr. 1,65 de transport et de chargement à la station, plus des frais généraux peu élevés, quand on procède avec économie.

Le transport par chemin de fer en destination des usines de Couillet, de Marchienne et de Chatelineau est réglé à raison de 76 frs. par tonne, au départ des stations de

Sterpenich (*Moniteur belge* du 10 juin 1862) et de Messancy, et de 90 frs. au départ des stations du railway de Guillaume-Luxembourg.

Les minières du Grand-Duché produisent, pour l'Allemagne et la Belgique, environ 18,000 tonnes de minerai par an. Les nôtres en fournissent, en outre 12,000 tonnes aux appareils de réduction du Hainaut.

Ensuite de la loi du 26 avril 1853, un arrêté royal du 3 juin, a régularisé la libre exportation en France des minerais de fer de la province de Luxembourg, à partir du 1er juillet de la même année. L'entrée en Belgique est libre pour les minerais du Grand-Duché, en sorte que ces derniers passent par chez nous (minette) pour s'écouler librement en France.

C'est, d'après Kaersten, dans le Luxembourg que furent établis les premiers fourneaux proprement dits donnant de la fonte séparément (1). En 1738, d'après M. André Warzée (2), le bureau de Barvaux sur l'Ourthe, expédiait annuellement sept millions de kilog. de fer à Liége, et en 1786, les forges du Luxembourg défrayaient les clouteries du Hainaut.

Avant 1815, quarante-six établissements sidérurgiques contenant trente-cinq hauts fourneaux, quarante-une forges et vingt-sept feux destinés à ouvrer le fer, étaient en pleine activité dans le Luxembourg. La création du royaume des Pays-Bas ferma au Luxembourg le marché libre de la France.

La révolution de 1830 amena un résultat analogue du côté de l'Allemagne. Après 1836, la concurrence des fers au coke, devint de plus en plus alarmante pour les usines au charbon de bois ; celles du Luxembourg belge disparurent successivement, et en ce moment, il n'en existe plus aucune pour disputer aux usines étrangères les riches dépôts de minerai qui les alimentaient exclusivement autrefois.

(1) Cours de métallurgie donné à l'école des mines de Liége par Lesoinne

(2) Historique de la forgerie du pays de Liége.

NOUVELLE ÉCLUSE DE CHASSE

CONSTRUITE A L'EST DU PORT D'OSTENDE,

PAR

M. L. CREPIN,

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Par un arrêté de M. le Ministre des travaux publics, en date du 8 octobre 1850, une commission fut instituée pour rechercher les moyens d'améliorer le port d'Ostende, et de donner à son entrée toute la sécurité désirable.

A la suite du travail de cette commission, il fut décidé qu'une nouvelle écluse de chasse avec bassin de retenue serait construite à l'Est du port, dans le but d'augmenter la profondeur d'eau sur la barre.

Le port d'Ostende est un port de marée, à plage de sable précédé d'une rade foraine.

On connaît la funeste influence qu'exerce la marche des sables sur l'accession des ports établis sur les côtes sablonneuses. Les courants littoraux entraînant les vases et les sables tenus en suspension par l'agitation de la mer, la saillie brusque des jetées déterminant des tournants, des contre courants et des remous, le courant qui entre et sort incessamment du chenal entre les jetées, les sables soulevés

par le vent et marchant parallèlement à la côte, et enfin, l'effet des chasses, sont autant de causes, déterminant les attérissements qui se forment à l'entrée des ports, et que l'on désigne sous le nom de barres.

Parmi les divers moyens employés pour obtenir et pour entretenir la plus grande profondeur à l'entrée des ports, c'est le système de chasses qui paraît le meilleur, en même temps qu'il est le moins dispendieux.

Le port d'Ostende est aujourd'hui un des ports les mieux dotés sous le rapport de la puissance et de l'efficacité des chasses, et si les chasses pouvaient être effectuées régulièrement, sans être fréquemment interrompues, par suite d'embarras dans l'avant port, on obtiendrait, sans aucun doute, des profondeur d'eau sur la barre, atteignant 2m,50 à 3m,00 sous le niveau de la basse mer des vives eaux, ce qui assurerait la solution de l'un des problèmes proposés, celui de permettre aux malles d'entrer au port et d'en sortir quelque soit l'état de la marée.

Pour ce qui concerne la navigation maritime marchande, qui est peu importante à Ostende, le port présente toujours, vers l'heure du plein, la profondeur nécessaire aux plus grands navires susceptibles de le fréquenter.

En effet, la mer marne de 4m,83 en vive eau et de 3m,83 en morte eau, ce qui dans l'état actuel du port, donne à l'heure du plein, dans les circonstances les plus défavorables, un tirant d'eau de plus de 6m,50 sur la barre.

C'est donc surtout au point de vue du service des malles-postes, très important entre Ostende et Douvres, et aussi au point de vue de l'industrie de la pêche, que le gouvernement a eu à se préoccuper de l'amélioration du port, et sous ce point de vue, il s'agissait d'obtenir sur la barre une profondeur suffisante, pour permettre l'entrée et la sortie des malles à toute heure de la marée, et pour réduire au temps le plus court, la durée de la fermeture du port aux chaloupes de pêche. Le service des malles ayant lieu à heure fixe,

en correspondance avec le départ et l'arrivée des trains du chemin de fer, on évitera par suite de l'amélioration de l'état de la barre, l'inconvénient de l'embarquement ou du débarquement en rade, des dépêches et des passagers, inconvénient grave et de plus subordonné à l'état de la mer qui ne permet pas toujours cette manœuvre.

Avant la construction de la nouvelle écluse de chasse, les chasses se pratiquaient par deux écluses établies au fond de l'avant-port, savoir l'écluse française et l'écluse militaire.

Nous reviendrons sur ces ouvrages après avoir donné la description de la nouvelle écluse dont les planches ci-jointes indiquent les principaux détails.

La planche V donne le plan général de l'entrée du port et des travaux exécutés à l'est.

On voit que la nouvelle écluse établie dans le prolongement de l'axe du chenal, à environ 500 mètres de l'extrémité en mer, est mise en communication avec le chenal du port, par un chenal traversant obliquement l'estacade d'Est, et est alimentée par un bassin de retenue creusé en arrière; cette disposition permet au courant de chasse d'arriver directement sur la barre, sans bricole, en atténuant l'influence des remous et tourbillons qui consomment une grande partie de la vitesse, et par conséquent de la puissance des chasses.

Les planches VI, VII et VIII, donnent les plan, coupes et élévations de la nouvelle écluse.

La planche IX donne le détail des portes et vannes.

L'écluse se compose de six passages de $4^{m},00$ de largeur au minimum, soit 24 mètres de débouché utile, attendu que la largeur de chaque passage est variable, que cette largeur augmente dans la chambre des portes de flot de toute l'épaisseur de ces portes qui s'enclavent complétement, et que dans la chambre des portes de chasse, les piles et bajoyers présentent un évasement calculé de manière à augmenter en chaque point le débouché de l'épaisseur correspondante de la porte de chasse, supposée ouverte. L'écluse est éta-

blie sur pilotis et grillage en charpente. Les pilots ont 8 mètres de longueur; les lignes perpendiculaires à l'axe de l'écluse sont couronnées de chapeaux ou traversines en bois de hêtre de $0^m,\frac{26}{30}$; 9 rangées de palplanches sont battues perpendiculairement à l'axe de l'écluse, et 8 de ces rangées forment des coffres remplis de béton.

Sous les piles et bajoyers de l'écluse sont placés des cours de longrines de $0^m,\frac{20}{25}$, parallèlement à l'axe de l'écluse; toute la surface du grillage de fondation est couverte d'un plancher général en bois de sapin rouge du nord de $0^m,10$ d'épaisseur.

Enfin, au-dessus du plancher et dans les parties correspondantes aux passages de l'écluse, sont placées des lambourdes en chêne de $0^m,\frac{25}{30}$, engagées de $0^m,25$ sous les maçonneries des piles et des bajoyers, et fixées aux traversines, à travers le plancher, par des vis de $0^m,60$ de longueur.

Sur cette fondation en charpente sont établies les maçonneries de l'écluse.

Le radier est construit en maçonnerie de briques et de pierre de taille.

Les piles et le parement des bajoyers sont en pierre de taille de Maffles.

L'écluse est protégée par un avant-radier et par un arrière-radier, divisé lui-même en plusieurs compartiments au moyen de files de palplanches.

L'écluse est munie de trois systèmes de fermeture, savoir, d'une vanne et d'une porte de flot du côté de la mer, et d'une porte de chasse du côté de la retenue.

Les vannes sont formées de trois cours de bordages, en chêne, superposés et croisés; le bordage du milieu est placé verticalement et les deux autres horizontalement; ces trois bordages sont réunis par des gournables en chêne coincés aux deux extrémités.

Les portes de flot sont également en chêne et sont fixées

dans la position fermée par des poteaux valets dont la section est un demi-cercle.

Une petite ventelle établie à la hauteur de la marée haute de vives eaux, permet de limiter à cette hauteur la pression à supporter par les portes de flot, lors des marées extraordinaires, alors que les vannes sont fermées.

Les portes de chasse sont des portes tournantes à ailerons inégaux; les ailerons sont dans le rapport de 6 à 5; ainsi la porte tournante qui a $4^m,35$ de largeur totale est divisée en deux parties inégales de $2^m,375$ pour le grand aileron, et de $1^m,975$ pour le petit aileron.

Une disposition nouvelle a été introduite dans la construction de ces portes. On a pratiqué dans le petit aileron un petit ventail à charnières qui s'ouvre seul en même temps que la porte, et qui a pour effet de diminuer d'une manière notable la surface du petit aileron, à l'endroit où la charge est la plus forte, et agit sur la porte avec le plus grand bras de levier. Cette diminution subite de la charge sur le petit aileron permet le placement instantané de la porte de chasse dans l'axe du courant, en supprimant les contractions qui avaient une si notable influence sur le débit des pertuis, tout en fatiguant fortement les portes.

Par ce moyen les portes se placent du premier coup dans l'axe de l'écluse, sans aucune fatigue pendant l'écoulement.

On comprend comment le petit ventail est auto-mobile; en effet, dans la position fermée, avant la chasse, les deux ailerons sont appuyés sur les poteaux valets; le poteau de retenue soutient le grand aileron, et le poteau de filtration soutient le petit aileron en même temps que son petit ventail. Lorsqu'au moment de la chasse, on dégage le poteau valet qui retient le grand aileron, ce dernier cède immédiatement à l'excès de pression qu'il supporte, et le premier mouvement suffit pour permettre au petit ventail de céder aussi à la pression en se dégageant de son valet, et en se

rabattant sur la face aval du petit aileron. Alors, la pression sur le petit aileron devenant tout-à-coup beaucoup plus faible, le grand aileron est entraîné et se place dans la position parallèle à l'axe de l'écluse, la plus favorable au libre écoulement de l'eau. Cette modification a été introduite sur place, après la construction des portes, afin d'obvier à la position oblique que prenaient les portes sous de fortes charges, ce qui diminuait considérablement le débit sur lequel on comptait, tout en fatiguant les portes. Le problème longtemps cherché du parallélisme des portes tournantes à ailerons inégaux a été ainsi résolu, et dans les nouvelles portes de l'écluse française qu'on construit d'après ce système, le petit ventail peut s'enclaver dans l'épaisseur du petit aileron lorsqu'il est ouvert, en s'effaçant complétement, et en permettant de donner à la partie amont de la porte ouverte, une forme aigue propre à faciliter l'écoulement de l'eau.

La partie voûtée de l'écluse est surmontée d'un batardeau plein en maçonnerie, et d'un hangar couvert, renfermant les appareils pour la manœuvre des vannes.

Le bassin de retenue a une superficie de 16 hectares; sa profondeur n'est pas uniforme. La partie la plus élevée des buscs de l'écluse étant à $0^{m},45$, au-dessus du repère de marée basse de vive eau, le bassin est creusé à la profondeur de $0^{m},25$ au-dessus du repère, au niveau de l'avant-radier, sur une zone circulaire de 200 mètres de rayon avec une rampe de $0^{m},001$ par mètre.

A partir de la limite circulaire de la zone précitée, établie à la cote de $0^{m},45$ au-dessus de la basse mer, le fond du bassin se relève en surface gauche, de manière à atteindre le pied des talus qui se trouve établi à la cote de $2^{m},00$ au-dessus de la basse mer.

La durée de la vidange du bassin est d'environ une heure, et le cube d'eau lancé utilement d'environ 500,000 mètres cubes.

Le chenal de l'écluse est traversé par une passerelle américaine en bois de sapin créosoté, qui réunit les deux extrémités de l'estacade d'est distantes de 66 mètres; deux palées intermédiaires en charpente la divisent en trois travées de 22 mètres. Devant les palées sont construits deux ducs d'Albe (1) fortement enracinés dans l'arrière-radier, et entre ces ducs d'Albe et les extrémités de l'estacade formant culées, sont tendues trois rangées de fortes chaînes destinées à garantir la passerelle contre l'accostage des navires.

La condition de maintenir pour le halage des navires, la communication entre les parties de l'estacade d'est séparées par le chenal de la nouvelle écluse, présentait une certaine difficulté. Il s'agissait de ne pas entraver l'écoulement du courant de chasse, tout en mettant l'ouvrage à construire à l'abri du choc des navires, sans rendre le halage plus difficile. Une passerelle d'une portée de 66 mètres n'était certainement pas impossible, en employant le métal au lieu du bois, mais, outre qu'il fallait tenir compte de la prompte détérioration du fer aussi exposé à l'action de l'eau de mer, il devenait indispensable de garantir la passerelle contre l'accostage des navires; il fallait donc de toute nécessité, établir en aval de la passerelle, des ducs d'Albe avec chaînes de garde, comme on l'a fait, en aval de la passerelle en bois. Dès le moment que ces ducs d'Albe étaient reconnus nécessaires, il n'y avait plus de raison pour ne pas construire en arrière, des palées destinées à supporter la passerelle, en partageant sa longueur en trois travées, et c'est à ce parti qu'on s'est arrêté. La passerelle devant être plus

(1) On appelle duc d'Albe un ouvrage fixe en charpente, composé d'un pieu central arc-bouté, ou de plusieurs pieux réunis entre eux par des ventrières, tirants ou contre-fiches : ces ouvrages sont destinés, soit à présenter des points fixes et solides pour amarrer ou touer les navires, soit à indiquer la passe navigable dans un chenal sans estacades, soit enfin, à garantir certains ouvrages contre le choc des navires. Cette dénomination vient du mot hollandais *Dukdalf*, au pluriel *Dukdalven*, dont on a fait, sans doute par corruption, le mot français duc d'Albe.

élevée que l'estacade pour être mise à l'abri des coups de mer pendant les gros temps, la hauteur des fermes en treillis devait encore rester dans certaines limites, de nature à permettre aux haleurs d'agir sans difficulté sur le câble de halage qui doit passer au-dessus de la moise supérieure de la ferme du côté du chenal. Du reste la passerelle, telle qu'elle est établie, ne donne lieu à aucun inconvénient et laisse au courant de chasse un débouché libre de 30 mètres, ce qui ne peut produire aucun obstacle au libre écoulement de l'eau débitée par une écluse de 24 mètres de débouché. C'est ce que l'expérience a du reste, pleinement confirmé.

Les travaux ont été commencés en 1854 et ont été terminés en 1862; ils ont par conséquent duré environ 8 ans.

On a commencé par construire la digue d'enceinte destinée à borner le bassin de retenue du côté de la mer, et un batardeau en charpente avec buses munies de vannes et de clapets, pour permettre la construction de l'écluse. Ces travaux terminés en 1857 ont nécessité une dépense de. . . . . fr. 794,000 00

Alors, on a adjugé en 1857, le premier creusement du bassin jusqu'à la profondeur de $3^m,00$ au-dessus du niveau de la basse mer; ce travail terminé en 1858, a coûté. 363,000 00

L'écluse de chasse et ses raccordements avec les digues d'enceinte du bassin de retenue, une partie de l'arrière-radier, l'enlèvement du batardeau, les mécanismes de l'écluse, etc., ont été adjugés en 1858 et terminés en 1861, moyennant une dépense de 866,000 00

Enfin, les travaux de parachèvement, comprenant le creusement à profondeur définitive du bassin de retenue, la construction d'une lunette en terrassement dans

le nouveau bassin, avec pont levis, route pavée, etc., l'achèvement du chenal de l'écluse, avec estacade, passerelle américaine, ducs d'Albe, etc., et enfin les maisons éclusières pour le personnel, ont été adjugés en 1861, et ont été terminés en 1863; ces travaux ont coûté.	1,056,000 00
Soit une somme totale de . . . fr.	3,079,000 00

Le 31 juillet 1859, Sa Majesté le Roi a bien voulu poser comme pierre commémorative, la première assise de l'arrière-bec de la pile du milieu, et a daigné, par un arrêté en date du 2 septembre 1859, donner son nom à la nouvelle écluse.

La première chasse de l'écluse Léopold a pu être effectuée le 22 juillet 1863, en présence de M. Noël, directeur général des ponts et chaussées et des mines.

L'écluse ayant été construite à l'abri d'un batardeau, la seule difficulté qui s'est présentée a consisté dans l'assèchement de la fouille; l'ouvrage étant établi sur un fond de sable mouillé, et les sondages poussés jusqu'à 9 mètres sous le niveau de marée basse, n'ayant fait reconnaître que du sable fortement imprégné d'eau, les épuisements auxquels l'entrepreneur a été astreint ont été considérables; une machine à vapeur de 12 chevaux de force a été employée jour et nuit afin de tenir la fouille à sec; cette machine horizontale, à traction directe, composée de deux cylindres, la tige du cylindre du corps de pompe étant solidaire avec celle du cylindre de vapeur, sans aucune espèce d'autre transmission, élevait les eaux de la fouille en arrière de l'ouvrage dans le bassin de retenue, dont le fond se trouvait à $3^m,00$ au-dessus du niveau de basse mer; lorsque le niveau de la mer se trouvait inférieur à la cote de $3^m,00$, l'eau élevée par la machine pouvait s'écouler directement par une rigole contournant la fouille, et par les buses

à vannes et à clapets établies dans le batardeau en charpente. Pendant les intermittences où l'état de la mer ne permettait pas cet écoulement, les eaux de la fouille étaient déversées dans le bassin de retenue, sur une surface de 12 hectares, et s'écoulaient plus tard par la rigole aussitôt que la mer descendait à la cote nécessaire pour permettre l'écoulement.

Par cette disposition, les eaux de la fouille n'ont dû être élevées qu'à une hauteur d'environ $5^m,00$ au-dessus de marée basse, tandis que le couronnement des digues se trouve à $9^m,50$ au-dessus du même repère.

La machine à vapeur épuisait moyennement 150^{m^3} par heure, soit $3,600^{m^3}$ par jour. Une seconde machine à vapeur, de la force de 8 chevaux, servait à la confection du mortier, et était également munie de pompes, destinées à suppléer au besoin à la machine principale. Grâce à ces moyens énergiques d'épuisement, la fouille a pu être tenue constamment à sec, sans aucun accident pendant l'exécution des travaux.

La machine principale était alimentée par deux générateurs de vapeur indépendants ; l'eau étant fortement chargée de sel, les générateurs exigeaient de fréquents nettoyages. et chaque chaudière était mise alternativement en activité pendant une semaine, ce qui permettait de nettoyer et de réparer au besoin celle qui avait fonctionné.

Ces deux chaudières étaient alimentées d'eau par une petite machine à vapeur, indépendante, de la force d'un cheval.

Il nous reste à dire quelques mots du système de chasses dont on dispose aujourd'hui pour l'entretien du port d'Ostende.

Ce système se compose de trois écluses, dont une à l'est du chenal, l'écluse Léopold, et les deux autres, au fond de l'avant port, l'écluse militaire et l'écluse française (1).

(1) Les écluses française et militaire sont établies au fond de l'avant port, à 1,500 mètres de l'extrémité en mer des jetées.

L'écluse française dite « de l'Empereur » a été construite par M. l'ingénieur en

Le premier étage, en commençant par l'aval, est formé par les six pertuis de l'écluse Léopold, présentant chacun un débouché libre de 4 mètres, soit ensemble un débouché de 24 mètres, pour un bassin de retenue d'environ 16 hectares, débitant un volume d'eau utile d'environ 500,000$^{m^3}$ pendant les trois quarts d'heure d'effet réel d'une chasse.

Le second étage est formé par trois pertuis de l'écluse militaire, présentant ensemble un débouché effectif de 21^m,20 et lançant un volume d'eau d'environ 300,000$^{m^3}$ pendant les 35 premières minutes qui suffisent pour vider le bassin.

Le troisième étage est formé par les deux pertuis de l'écluse française qui, après l'installation des nouvelles portes de chasse, présenteront ensemble un débouché utile de 11^m,40 et lanceront un volume d'eau d'environ 300,000$^{m^3}$ pendant la première heure; le bassin sera approfondi et aura une superficie de 10 hectares 50 c.

Il est utile, pour tirer le meilleur parti possible d'un système de chasses échelonnées, de ne pas ouvrir toutes les écluses en même temps, et de les ouvrir successivement, en commençant par les étages en amont; cette précaution a pour effet d'empêcher les eaux qui s'échappent au début de l'ouverture des portes de l'écluse, située en aval, d'être partiellement employées en pure perte à remplir la partie du chenal en amont.

C'est pourquoi on a reconnu de tout temps l'indispensable nécessité de disposer de chasses secondaires; le courant produit par les écluses d'amont étant bien établi, au moment de l'ouverture de celles en aval, soutient et dirige le courant de ces dernières, en empêchant les remous qui se produiraient au détriment de l'effet des chasses.

Ainsi, à Ostende, on commence par ouvrir l'écluse fran-

chef Raffeneau; l'ouverture solennelle de cette écluse a eu lieu le 30 décembre 1810.

L'écluse militaire, construite par le génie militaire du royaume des Pays-Bas a été commencée en 1820 et terminée le 8 octobre 1821.

çaise qui, avec son bassin relativement plus grand, produit un gonflement dans la partie large de l'avant port jusqu'au quai des bateaux à vapeur.

Cinq minutes après, on ouvre l'écluse militaire qui réunit son puissant courant à celui de l'écluse française qui le soutient, et ce n'est que lorsque le courant produit par ces deux écluses s'est propagé jusqu'à l'entrée du chenal de l'écluse Léopold, qu'on ouvre les portes de cette dernière. L'expérience a montré qu'il fallait ouvrir les portes de l'écluse Léopold, 3 minutes après l'écluse militaire, soit 8 minutes après l'écluse française.

On réalise ainsi le plus grand effet utile possible sur la passe au dehors des jetées.

En résumé, la puissance des chasses du port d'Ostende peut se mesurer par un volume d'eau total de 1,100,000 mètres cubes, lancé moyennement dans l'espace de $^{3}/_{4}$ d'heure,

soit en moyenne par minute. . . 24,444$^{m^3}$

et par seconde . . . 407$^{m^3}$.

Ces chasses produisent un très-bon effet sur la barre, et malgré les obstacles qui forcent à chaque instant l'administration à les interrompre, le port présente sur la barre, dans certaines directions, des profondeurs de 2^{m},40 au minimum sous la basse mer de vives eaux. Il n'est pas douteux qu'à la suite de quelques séries de chasses non interrompues, et faites dans de bonnes conditions de marées, on n'obtienne des profondeurs de 2^{m},50 à 3^{m},00, sous la basse mer de vive eau et dans toute la largeur de l'ouverture du port.

Avant la construction de l'écluse Léopold, cette profondeur variait dans la passe la plus profonde de 1^{m},40 à 1^{m},75, et avant la construction de l'écluse militaire, on ne parvenait à obtenir sur la barre, au moyen de l'écluse française, qu'une profondeur de 0^{m},59 sous le niveau de la basse mer de vives eaux.

NOTE

SUR L'APPLICATION DES HUILES CRÉOSOTÉES

A LA PRÉPARATION DES BOIS,

PAR

M. C. COISNE,

CONDUCTEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES,
ATTACHÉ A L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT POUR LA SURVEILLANCE
DES CHANTIERS DE PRÉPARATION.

M. Crepin, ingénieur des ponts et chaussées, dans sa notice, rendant compte des expériences faites sur les bois préparés au sulfate de cuivre et à la créosote, au point de vue de leur emploi dans les travaux à la mer, (1) et M. Rottier, ingénieur industriel, préparateur de chimie à l'université de Gand, dans ses recherches sur la conservation des bois au moyen de l'huile lourde de houille, (2) sont d'accord pour reconnaître que le bois ne s'injecte pas uniformément ; l'aubier seul s'imprégne d'une assez notable quantité d'huile à laquelle il doit sa couleur noire, tandis que le bois parfait résiste à l'injection et conserve la nuance du bois naturel.

Ces MM. partant de ce principe, concluent que les moyens d'injection, dont on dispose aujourd'hui, ne sont pas satisfaisants, même pour les billes en sapin.

(1) *Annales des travaux publics de Belgique,* tome XIX.
(2) Extrait des *Bulletins de l'académie royale de Belgique,* 2e série, t. XVII, no 4.

Tout en reconnaissant que les moyens dont on dispose actuellement, ne sont pas assez puissants, dans la plupart des cas, notamment pour les bois équarris, en sapin, de fortes dimensions, qui ne peuvent être pénétrés au delà de trois à quatre centimètres de profondeur, nous ferons cependant une exception en faveur des billes en sapin, demi-rondes, pour chemin de fer, dont les dimensions sont 13/26.

Dans les appareils actuels, on opère successivement par le vide et par la pression, et il serait difficile de faire mieux, car nous pouvons, avec les appareils existants, obtenir, d'une part le vide à 50 ou 55 centimètres de mercure, c'est-à-dire à plus des 2/3; et, d'autre part, la pression peut être poussée jusqu'à huit et même dix atmosphères.

Le nombre considérable de traverses de chemin de fer que l'on prépare, chaque année, mérite que l'on s'occupe sérieusement du choix des essences à employer : il serait évidemment préférable d'avoir une essence qui s'imprégnât uniformément, telle que le hêtre et l'orme dont le bois parfait paraît s'imprégner assez facilement, mais il est plus que douteux que ces essences puissent remplacer le sapin, non au point de vue de la préparation, mais sous le rapport des grandes quantités qui doivent être fournies chaque année.

Pour ces motifs, nous allons tâcher de montrer, qu'en prenant certaines précautions, on peut parvenir à préparer complétement, avec les appareils actuels, presque toutes les billes en sapin rouge du nord, dégagées de toute humidité.

Nous disons presque, parce qu'il peut se présenter des cas où des billes ont certaines fibres qui forment, en quelsorte, des faisceaux plus ou moins résineux, dans lesquels la créosote ne pénètre pas.

Il en est de même dans les nœuds serrés et résineux que l'on rencontre assez souvent dans le sapin.

Il est bien entendu que le sapin blanc est exclu, ce bois ne s'imprégne que très-imparfaitement et dans des conditions très-vicieuses.

Certes, toutes les traverses que l'on a préparées et que l'on prépare encore dans les chantiers de l'État, sont loin d'être complétement pénétrées; comme le disent très bien MM. Rottier et Crepin, l'aubier seul, en général est imprégné; mais cela tient moins à l'imperfection des moyens de préparation, qu'à l'insuffisance de la quantité d'huile introduite : cette quantité est généralement limitée, par les contrats, à 10 litres 36 par traverse, soit 160 litres par mètre cube de bois. Or dès que, dans la préparation, cette quantité est absorbée en moyenne dans chaque bille d'une cylindrée, l'opération est considérée comme terminée.

Dans ces conditions, on ne peut pas évidemment obtenir une imprégnation complète, puisque, en moyenne, chacune des billes pourrait absorber au delà de vingt litres.

M. Crepin a rendu compte, (1) d'une préparation spéciale faite au chantier de Gand, le 16 mai 1861, dans le but d'imprégner complétement le bois. Il a observé, avec raison, qu'en somme ces bois ont été mieux traités que de coutume, cependant il résulte de l'inspection de ces traverses, qu'il s'en trouve encore ayant des parties non préparées; ce qui tient à deux causes distinctes: la première, c'est que dans cette cylindrée, on a placé des bois de différentes provenances et ayant par conséquent des pouvoirs absorbants différents. La seconde, c'est que pour compléter la charge, on s'est vu forcé de prendre des billes contenant de l'humidité.

Nous donnons, ci-dessous, un tableau indiquant les numéros des billes et leurs poids constatés avant et après l'imprégnation. On pourra y voir qu'il y a de grandes variations dans les quantités absorbées.

(1) *Annales des travaux publics de Belgique*, t. XX.

NUMÉROS des cent billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.	NUMÉROS des cent billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.
						Report	535 1/2
1	37 1/2	53	15 1/2	27	34	56	22
2	38	54	16	28	36 1/2	68 1/2	32
3	33	60	27	29	35 1/2	49 1/2	14
4	44	67	23	30	32 1/2	64 1/2	32
5	36	54	18	31	29 1/2	58 1/2	29
6	34 1/2	51 1/2	17	32	30	53	23
7	32	56	24	33	41	68	27
8	31 1/2	44 1/2	13	34	45 1/2	55	9 1/2
9	38	60 1/2	22 1/2	35	50	62	12
10	46 1/2	68 1/2	22	36	47	70	23
11	49	64	15	37	47	64 1/2	17
12	52	66	14	38	57	73	16
13	33	44	11	39	51	73	22
14	46	68	22	40	39 1/2	67 1/2	28
15	27	40	13	41	41	60 1/2	19 1/2
16	32	65	33	42	48	58 1/2	10 1/2
17	45	63	18	43	34 1/2	49 1/2	15
18	34	63	29	44	46 1/2	60	13 1/2
19	33	60	27	45	52	70 1/2	18 1/2
20	32	57	25	46	44	64	20
21	33	50	17	47	42	51	9
22	32 1/2	48 1/2	16	48	47	64 1/2	17 1/2
23	27 1/2	47	19 1/2	49	41	61 1/2	20 1/2
24	40 1/2	68	27 1/2	50	44	65	21
25	34	63	29	51	36 1/2	58 1/2	22
26	44 1/2	66	21 1/2	52	37	58 1/2	21 1/2
		A reporter	535 1/2			A reporter	1050 1/2

NUMÉROS des cent billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.	NUMÉROS des cent billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.
		Report	1050 1/2			Report	1579
53	43	63	20	77	44	58	17
54	34	61 1/2	27 1/2	78	40 1/2	61	20 1/2
55	39	70	31	79	42 1/2	61 1/2	19
56	49	69 1/2	20 1/2	80	43	64	21
57	41	61	20	81	39 1/2	61 1/2	22
58	46	67 1/2	21 1/2	82	31	48	17
59	44	64 1/2	20 1/2	83	43	60	17
60	53	73	20	84	43	64	21
61	51 1/2	70 1/2	19	85	44	64	20
62	38	57 1/2	19 1/2	86	40	67 1/2	27 1/2
63	48 1/2	73 1/2	25 1/2	87	35 1/2	62 1/2	27
64	36	56	20	88	53	76	23
65	42 1/2	62 1/2	20	89	37	67	30
66	36	56 1/2	20 1/2	90	47	72	25
67	44	73	29	91	41	67 1/2	26 1/2
68	44	63	19	92	48	63	15
69	43	67	24	93	29 1/2	51 1/2	22
70	47 1/2	67 1/2	20	94	56	82	26
71	44 1/2	73 1/2	29	95	46	62	16
72	42 1/2	63	20 1/2	96	45	66	21
73	42	64	22	97	49 1/2	71 1/2	22
74	52 1/2	74	21 1/2	98	45 1/2	65 1/2	20
75	43 1/2	61 1/2	18	99	43 1/2	56	12 1/2
76	46	66	20	100	45	65	20
		A reporter	1579	Total des quantités absorbées.			2087

Soit 20^k 87 d'huile lourde par bille, en moyenne.

Aussitôt l'opération terminée, les flotteurs, placés sur

les réservoirs de créosote, indiquaient une diminution de liquide de 22l 50, en moyenne, pour chaque bille de la cylindrée.

Donc, à partir de ce moment, jusqu'au pesage des traverses, qui a eu lieu deux jours plus tard, la réaction qui a toujours lieu après une forte pression, a fait sortir 1l 63 d'huile, en moyenne, de chaque bille.

L'évaporation y est peut-être aussi pour une faible part.

Au commencement de cette année, le département des travaux publics reçut une demande du gouvernement hollandais, ayant pour but d'obtenir une vingtaine des billes dont il vient d'être parlé, afin de les soumettre à des expériences semblables à celles entreprises par M. l'ingénieur Crepin à Ostende.

L'administration des chemins de fer jugeant que les expériences à entreprendre, en Hollande seraient plus concluantes avec des billes nouvellement imprégnées, ordonna de faire une préparation semblable à celle du 16 mai 1861.

Le 22 avril dernier, cette préparation a eu lieu, à Ostende, dans des conditions analogues à celle de 1861, décrite par M. Crepin (*Annales* t. XX).

Toutefois, les traverses pour cette préparation étaient mieux assorties et dans des conditions plus avantageuses pour une imprégnation uniforme.

Nous donnons, ci-dessous, un tableau indiquant les numéros des traverses et leur poids constatés avant et après l'imprégnation.

NUMÉROS des 70 billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.	NUMÉROS des 70 billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.
						Rebort	674
1	38 1/2	71	32 1/2	27	42	67 1/2	25 1/2
2	35 1/2	60 1/2	25	28	45	73	28
3	48	67 1/2	19 1/2	29	44 1/2	66	21 1/2
4	38	63	25	30	38 1/2	64	25 1/2
5	32	59	27	31	38	58 1/2	20 1/2
6	53 1/2	76 1/2	23	32	44	72 1/2	28 1/2
7	55	82	27	33	41 1/2	64 1/2	23
8	35 1/2	62	26 1/2	34	35 1/2	56 1/2	21
9	36	56 1/2	20 1/2	35	30 1/2	47 1/2	17
10	36 1/2	64 1/2	28	36	35	57	22
11	49 1/2	78 1/2	29	37	43	71	28
12	50 1/2	70 1/2	20	38	32	62 1/2	30 1/2
13	60 1/2	79	18 1/2	39	50	71 1/2	21 1/2
14	37	67	30	40	50	77 1/2	27 1/2
15	41 1/2	61	19 1/2	41	40	65 1/2	25 1/2
16	32 1/2	59	26 1/2	42	33	61	28
17	54	80	26	43	45	59 1/2	14 1/2
18	32	61	29	44	40 1/2	65	24 1/2
19	33	71	38	45	38 1/2	59	20 1/2
20	39 1/2	67	27 1/2	46	39	61	22
21	50	72 1/2	22 1/2	47	40	67	27
22	63 1/2	85 1/2	22	48	39 1/2	61 1/2	22
23	36 1/2	66	29 1/2	49	47 1/2	69	21 1/2
24	29 1/2	66 1/2	37	50	32 1/2	61 1/2	29
25	37	61 1/2	24 1/2	51	58	81 1/2	23 1/2
26	50 1/2	71	20 1/2	52	41	64 1/2	23 1/2
		A reporter	674			A reporter	1295 1/2

NUMÉROS des 70 billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.	NUMÉROS des 70 billes préparées	Poids constatés avant la préparation	Poids constatés après la préparation	Quantités de créosote absorbée en kilogrammes.
		Report	1295 1/2			Report	1517
53	36	63 1/2	27 1/2	62	49 1/2	66 1/2	17
54	40	66 1/2	26 1/2	63	43	65 1/2	22 1/2
55	49	68	19	64	38 1/2	63	24 1/2
56	37	56	19	65	43	64 1/2	21 1/2
57	41	67 1/2	26 1/2	66	43	69 1/2	26 1/2
58	41 1/2	62	20 1/2	67	42 1/2	68	25 1/2
59	39	68 1/2	29 1/2	68	50 1/2	77 1/2	27
60	41	65	24	69	44	67 1/2	23 1/2
61	44 1/2	73 1/2	29	70	42	69	27
		A reporter	1517	Total des quantités absorbées.			1732

Soit 24k,74 d'huile créosotée par traverse, en moyenne.

Après l'opération, les flotteurs indiquaient une diminution de 1,797 litres d'huile, soit 25l,66 par bille. Donc la réaction a fait sortir 0k,92 de chacune des billes, en moyenne.

Le pesage a aussi eu lieu deux jours après la préparation, c'est-à-dire lorsque la réaction était complétement détruite.

On voit que celle-ci a été moindre qu'en 1861. Cela provient de ce que les bois étaient dégagés de toute humidité.

La quantité de 25l,66 d'huile par bille, quoique considérable, n'est cependant pas excessive, puisque la réaction n'a même pas fait sortir un kilogramme d'huile par bille, ce qui est, selon nous, très-minime.

De l'inspection du tableau qui précède, il résulte : que la bille qui a absorbé le moins est le n° 43, cette traverse a pris 14 1/2 kilogr. de créosote.

Or, nous avons fait scier transversalement toutes les

billes de cette préparation et toutes ont donné des sections très-bien préparées, le bois parfait comme l'aubier. Celui-ci, toutefois, contient relativement plus de créosote que le bois.

Les billes qui ont absorbé le moins de liquide, donnent des sections plus blanches, à la vue, c'est-à-dire des tranches renfermant moins d'huile, mais cette huile est en assez grande quantité pour conserver le bois; si la quantité est moindre, cela tient au tissu ligneux du bois qui est plus serré : ainsi la bille n° 43 donne des tranches assez pâles comparativement à celles obtenues des billes ayant absorbé une plus grande quantité d'huile; on remarque même, vers le milieu de la pièce, des fibres formant de ces faisceaux résineux non pénétrés dont nous avons parlé plus haut; mais elle se trouve cependant suffisamment imprégnée.

Il est donc établi que, moyennant certaines précautions, le sapin rouge, aux dimensions des traverses du chemin de fer, peut être convenablement préparé.

Ce fait, nous le répétons, acquiert, pour la Belgique, une haute importance, attendu que le sapin rouge est la seule essence que l'on puisse s'y procurer en grande quantité sans que le prix s'en élève sensiblement.

Jusqu'ici, la question d'argent a été cause qu'on a limité la quantité d'huile lourde à introduire dans les traverses.

Cependant les résultats déjà obtenus et les prévisions motivées de M. Rottier s'accordent pour établir qu'aujourd'hui la conservation des billes n'est rien moins qu'assurée, vu la faible partie imprégnée, et que l'on ne doit plus hésiter à augmenter, d'une manière sensible, la quantité d'huile à introduire dans le bois.

L'augmentation de dépense qui en résultera ne dépassera pas fr. 1 30 par pièce et produira, sans aucun doute, des économies qui peuvent, dès maintenant, être considérées comme importantes.

Il suffirait, en effet, que par cette augmentation de dé-

pense la durée moyenne des billes fût portée de 10 ans à 15 ans, pour réaliser une économie annuelle de sept centimes par bille. L'économie, par rapport aux billes en chêne comptées à une durée de 12 ans, serait d'environ dix centimes.

Les annuités seraient les suivantes dans les trois hypothèses ci-après :

74 centimes pour chêne, coûtant fr. 6 60 et durant 12 ans.

71 centimes pour sapin imprégné, à 10l,36 en moyenne, coûtant fr. 5 40 et durant 10 ans.

64 centimes pour sapin imprégné complétement, coûtant fr. 6 70 et durant 15 ans.

Il n'y a donc pas de doute que la préférence doit être accordée aux billes en sapin complétement imprégnées, surtout si elles doivent être placées dans les voies sous rails à coussinets, ou bien en ligne droite sous rails sans coussinets dits rails Vignole.

Nous ferons remarquer que l'augmentation de dépense nécessaire pour préparer complétement le sapin, serait également nécessaire pour imprégner complétement une toute autre essence, c'est-à-dire que la bonne préparation du sapin, ne coûtera pas plus cher que la bonne préparation d'une autre essence.

Nous concluons donc en disant que : le sapin peut être parfaitement imprégné et être employé pour billes de chemin de fer, et qu'il suffit pour cela :

1° De ne plus limiter la quantité d'huile à introduire, ou de la porter de 20 à 25 litres par traverse, soit 300 litres environ par mètre cube de bois.

2° De ne préparer que les billes qui sont restées en dépôt sur les chantiers pendant huit ou dix mois au moins afin que le bois soit complétement sec.

L'établissement de hangars destinés à abriter les bois à préparer, donnerait de très-bons résultats.

3° De préparer, non en hiver, mais vers la fin d'avril, en mai, juin, juillet, août, septembre et quelquefois en octobre.

4° D'interrompre les préparations les jours de pluie et d'avoir soin de ne préparer que des bois ne renfermant pas d'humidité.

5° D'assortir convenablement les bois, en ayant soin de préparer dans une même cylindrée des bois d'un même arrivage, et même de faire des triages lorsque le même chargement présente des qualités de bois différentes.

6° De mettre les billes en œuvre aussitôt après la préparation, ou de les conserver à l'abri de l'air jusqu'au moment de l'emploi.

Enfin une précaution que nous recommandons, est d'employer des marteaux présentant quatre ou cinq pointes en acier, pour marteler la partie plane des traverses où se trouve le bois parfait et aussi l'emplacement des coussinets où il y a des entailles faites pour le sabotage; de cette manière la partie de la bille qui s'imprégne le plus difficilement, est remplie de petits trous d'environ deux centimètres de profondeur. Ces trous permettent à l'huile de pénétrer avec une facilité bien plus grande dans les parties les plus rebelles à l'imprégnation.

Cette précaution produira, selon nous, les meilleurs résultats et, certes, ces petits trous ne nuiront, en aucune façon, à la solidité des pièces.

Si les opérations du sciage et de l'entaillage des traverses se faisaient au moyen de machines, il suffirait d'adapter aux appareils, des plaques métalliques munies de pointes en acier; en laissant tomber ces plaques sur les parties planes des billes, elles produiraient les trous dont nous parlons.

Gand, le 8 juillet 1864.

NOUVEAU SYSTÈME
DE
CROISEMENT AVEC CROSSING EN ACIER FONDU,

PROPOSÉ PAR

M. Clément MAUS,

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Une des pièces les plus importantes du matériel fixe des chemins de fer, de l'avis des ingénieurs chargés de l'entretien des voies : c'est le crossing, qu'on nomme aussi quelquefois pièce de croisement.

(Nous réservons toutefois cette dernière dénomination pour désigner l'ensemble des pièces, fers, billes, plaques d'assises, qui se placent à la rencontre de deux files de rails et dont le crossing, proprement dit, constitue la partie principale).

C'est à l'existence inévitable du crossing, dans les voies de chemin de fer, qu'on doit de ressentir aux abords des stations, ces fortes secousses qui ébranlent les trains, détraquent les voitures et déterminent la rupture immédiate ou à la longue des pièces essentielles, comme des essieux, des bandages de roues ; accidents qui ont pour conséquence ordinaire des déraillements plus ou moins désastreux.

Aussi les crossings sont-ils considérés, par les gens du métier, comme dangereux pour les trains qui doivent les franchir à une certaine vitesse.

Réciproquement les crossings, sous l'action de ces chocs, sont vite détériorés, au point de devoir être remplacés. Ce qui, indépendamment de la perte de valeur qu'entraîne la mise au rebut d'une pièce semblable, est une opération qu'on ne peut confier qu'à des ouvriers spéciaux, d'une prudence reconnue ; encore, cette opération, quelqu'accélérée qu'elle soit, ne laisse-t-elle pas, à certains moments, d'occasionner dans les stations un embarras considérable.

On conçoit qu'une pièce semblable ait exercé la sagacité des inventeurs; aussi remarque-t-on, sur les diverses voies ferrées, des crossings de modèles et de systèmes différents, en sorte que chaque compagnie de chemins de fer préconise un crossing, à l'exclusion des autres, et cela pour utiliser ses approvisionnements, il est vrai, mais aussi parce que l'expérience n'est pas encore parvenue à établir la supériorité de l'un d'eux.

Pénétré de l'importance de cette pièce, je m'en suis occupé avec intérêt et je fus amené ainsi au modèle que je vais décrire, après, toutefois, avoir exposé les considérations qui m'ont guidé dans les modifications diverses que je propose.

CHAPITRE Ier.

Considérations générales.

Pour nous aider dans ces considérations, nous prendrons pour exemple le crossing le plus simple, (pl. X, fig. 8), et qui figure assez exactement le crossing ordinaire des voies provisoires de terrassement.

Cette pièce se compose d'une semelle en madrier *a*, *b*, *c*, *d*, sur laquelle sont fixées, au moyen de bou-

lons, trois bandes de fer forgé faisant saillie sur le madrier et disposées de manière à prolonger les rails, tout en ménageant, entre elles, deux coulisses assez larges et assez profondes pour permettre le passage des bourrelets des roues au point où deux lignes de rails se traversent.

La pièce du milieu *A*, *B*, *C*, forgée en pointe sur l'angle de rencontre porte le nom de *cœur*.

Les deux autres pièces *D E G*, *H I L*, coudées en *E* et en *I* et dont les branches principales sont parallèles aux branches du *cœur*, portent le nom de pieds-de-biche.

L'obligation de livrer au travers des rails qui se croisent un passage au bourrelet des roues, impose, comme on voit, la nécessité d'interrompre ces lignes de rails sur un espace qui dépend de l'épaisseur du bourrelet et de l'angle sous lequel se fait cette rencontre.

En regard de toute pièce de croisement, on remarque deux contre-rails placés à l'intérieur de chaque voie et parallèlement au rail extérieur, l'opportunité de ces contre-rails ressortira des considérations qui vont suivre.

Ceci posé, nous allons examiner les diverses circonstances qui se produisent lors du passage des trains sur ces crossings, ainsi que les conditions essentielles de leur emploi.

Lorsqu'un train de roues semblable à celui qui figure au dessin, pl. X, fig. 8, vient à parcourir chacune des deux voies, on remarque que, tandis que la ligne *S' S'''* des contacts de la roue extérieure suit sur le rail une ligne parallèle à la direction du mouvement, cette même ligne *S S''* au passage du crossing subit certaines déviations; tantôt elle s'infléchit en *I K*, suivant la direction du pied-de-biche, jusqu'au moment où elle vient reprendre sur le cœur, une position *B S* analogue à celle qu'elle avait d'abord, d'autres fois elle descend au fond de la rainure pour franchir ce même espace, en suivant la ligne *S A' A' H H S''*, ce qui se présentera chaque fois que le bourrelet des roues sera assez prononcé pour aller prendre appui au fond de cette rainure.

Premier cas. — Si on a égard à la conicité adoptée pour les roues des véhicules des chemins de fer, on voit que la ligne des contacts, en s'écartant sur le pied-de-biche, a pour effet de diminuer le rayon de roulement de la roue intérieure de chaque train d'une quantité qui peut mesurer jusqu'à six millimètres.

A cette limite, pour les dimensions ordinaires des roues, ce train se trouve entraîné à décrire une courbe d'environ 117 mètres de rayon, qui l'attirera vers la pointe du cœur, circonstance funeste qu'on doit autant que possible chercher à combattre ; on verra plus loin, à l'article crossing, le moyen que nous proposons pour atteindre ce but.

Second cas. — La circonstance de faire porter la roue par le bourrelet sur le fond de la rainure peut être forcée ou facultative et accidentelle.

Forcée.—Si on suppose, par exemple, le cas (pl. X, fig. 9) d'une roue *E D*, à jante étroite et à large bourrelet *A B*, il peut arriver que, pour un certain angle de croisement, la jante vienne à perdre son point d'appui sur le pied-de-biche avant d'en retrouver un autre sur le cœur, dans ce cas la solution de la voie serait complète et la roue devrait y plonger infailliblement, si on n'avait soin de la soutenir sur cet intervalle par le bourrelet en ne donnant, en cet endroit, à la rainure que la profondeur voulue.

Dans le cas ordinaire des lignes de l'État belge et des lignes concédées, où on laisse à la coulisse une largeur de quatre centimètres et demi, et où le point de contact en pleine voie se trouve sur la jante à sept centimètres du bord de la roue, on peut calculer que la circonstance du porte à faux, que nous venons de mentionner, ne pourra se présenter que pour des rencontres se faisant sous un angle égal ou supérieur à 50°. Ce qui peut être pour des voies qui se traversent, mais non pour des voies qui se raccordent et qui nous occupent seules en ce moment.

Ainsi, pour le raccordement d'une courbe de 200 mè-

tres de rayon à une voie droite, l'angle formé par les rails intérieurs au point de croisement n'est que de 7° 1', il n'est plus que de 4° 26' pour le raccordement d'une courbe d'un rayon de 500 mètres.

En sorte que, les pièces établies dans ces conditions, on peut avoir tout apaisement, la roue y sera toujours soutenue par un point de la jante prenant appui, soit sur le cœur, soit sur le pied-de-biche. Le passage d'une pièce à l'autre aura lieu sans secousse si les surfaces ont été réglées en conséquence.

Facultative ou accidentelle.—Malgré cette garantie, l'État belge, ainsi que quelques sociétés, ont adopté un crossing en fonte, où la profondeur de la rainure est ménagée de manière à recevoir l'appui du bourrelet, et à soulager ainsi la pointe du cœur qui, fragile et délicate, aurait trop à souffrir sans cette précaution.

Mais cet avantage entraîne avec lui de bien grands inconvénients.

En effet, si l'on observe que, pour le matériel neuf de l'État belge, la saillie du bourrelet est de $0^m,027$ et de $0^m,035$ pour les roues neuves de la compagnie française des Ardennes, et qu'elle peut mesurer jusque $0^m,04$ à certaines roues fatiguées, au moment de leur mise au rebut, on voit 1° que le passage du crossing, pour certaines voitures, ne pourra avoir lieu sans une secousse verticale et violente, tandis que, pour d'autres, la pointe du cœur aura à supporter leur pression, comme si la profondeur de la rainure était indéfinie.

Pour le premier cas, qui sera le plus fréquent, vu que les aspérités s'usent plus rapidement que le fond de la rainure, le rayon de roulement de chaque train, dont une roue vient à rouler sur le bourrelet, se trouvant tout-à-coup augmenté d'une quantité égale à la saillie du bourrelet, entraîne immédiatement le train dans un mouvement curviligne qui le rejette avec force vers l'extérieur de la voie.

Le rayon de la courbe que le train cherche à décrire peut être moindre de 15 mètres.

On conçoit que sous l'action combinée de la secousse verticale, suivie du mouvement en courbe, un train puisse être lancé hors de la voie ou au moins communiquer au véhicule, dont il fait partie, des secousses d'une extrême violence.

Ces considérations nous ont porté à donner aux rainures *une profondeur telle que les bourrelets ne puissent jamais s'y appuyer*.

Du Contre-Rail.

Les véhicules en marche sout soumis à d'autres efforts encore : la force centrifuge dans les parties courbes, les chocs extérieurs et le mouvement de lacet propre à la locomotive et qui se communique de proche en proche aux voitures par l'action des buttoirs, qui tendent à les faire dévier et obliquer dans la voie. Sous l'action de ces efforts latéraux, un train de roues, au moment où il franchit l'espace compris entre le pied-de-biche et le cœur, alors que ce train n'est plus guidé par le rail intérieur qui présente une lacune en cet endroit, est en danger d'aller buter contre la pointe du cœur qu'il briserait ou détériorerait infailliblement au moment de s'engager dans la rainure de l'autre voie, ce qui entraînerait un déraillement ; on y obvie en disposant en face du cœur et latéralement au rail extérieur, un bout de contre-rail, qui présente avec le rail une coulisse de cinq centimètres de largeur dans laquelle le bourrelet de la roue, une fois engagé, ne peut plus s'écarter latéralement au-delà du jeu reconnu nécessaire, encore convient-il, malgré la présence du contre-rail, de prendre au passage du cœur certaines précautions.

1° En ralentissant, pour diminuer l'effet de la force centrifuge en courbe.

2° En redoublant de surveillance sur ces passages pour prévenir les chocs extérieurs provenant de corps étrangers placés sur les rails, dans les coulisses ou de dénivellement des voies.

3° En prescrivant aux machinistes de franchir les crossings sans vapeur, avec la seule force acquise et les freins disposés de manière que, sur un certain parcours, il y ait traction sur tous les tendeurs d'attelage. Cette dernière précaution aura pour effet de placer le train, au milieu de la voie supposée parfaitement de niveau et de détruire le mouvement de lacet, si toutes les pièces en action dans la locomotive se trouvent suffisamment équilibrées.

Tel est le rôle du contre-rail et le moyen d'en rendre la présence le moins souvent nécessaire que possible.

Avantages et inconvénients du crossing de terrassement considéré comme type particulier.

Le crossing des voies de terrassement que nous venons de décrire, cloué sur une, deux ou trois billes dans les voies, a pour avantages :

1° D'être économique ;

2° D'un transport, d'une installation, et d'un déplacement rapide et facile ;

3° De pouvoir être réparé sur les lieux et partiellement suivant les exigences du cas.

Mais, si on examine ces vieux crossings, au moment de leur mise au rebut, on constate certaines détériorations, générales pour tous, qui accusent un défaut résultant du principe même de leur constitution.

En général les abouts sont écrasés, aplatis, la pointe du cœur émoussée, la partie du pied-de-biche, creusée aux abords du coude, présente une surface inclinée vers l'axe de la voie, les écrous sont disloqués, les coulisses élargies.

Ces détériorations rapides ne permettent à une pièce semblable qu'un service assez limité.

Écrasement des abouts.

La faible épaisseur des bandes de fer ne permet pas de les relier d'une façon assez solide aux rails de la voie, en sorte qu'il surgit, sous l'action des trains, entre ces fers et les rails, des dénivellations et des déviations dont les conséquences sont faciles à apprécier et d'autant plus que le crossing étant sollicité à l'avant, à l'arrière, à droite, à gauche, obéit à un mouvement de bascule et d'oscillation qui l'empêche de prendre dans la voie une assiette aussi stable que celle qu'on désirerait lui donner; de là ces chocs saccadés au passage de chaque train de roues qui va buter avec force contre le pied-de-biche, puis contre le rail qui suit le cœur et vice-versa, de là la cause de la détérioration rapide des abouts, des rails et des pièces du crossing qui s'y raccordent.

De ceci on doit conclure et admettre comme principe que « *tout crossing doit être relié de la manière la plus intime aux rails de la voie.* »

La pointe du cœur émoussée et l'élargissement de la rainure, se produisent dans les circonstances suivantes.

Lorsque le crossing n'est pas solidement établi dans la voie, il arrive que, sous l'action des trains, dont les roues sont trop peu écartées, il puisse être déplacé et attiré vers l'axe de la voie. Dans cette position, la pointe du cœur est exposée aux chocs des bourrelets des trains plus larges qui succèdent aux premiers, une action analogue ayant lieu pour les pieds-de-biche, finit, à la longue, par élargir la rainure au détriment de ces pièces et l'on voit que les trains bien calibrés pâtissent pour les trains en défaut, tandis que le contraire aurait lieu, ainsi que cela devrait être, si la voie avait conservé l'écartement prescrit et si la pièce avait offert une résistance suffisante aux trains mal calibrés.

Ceci démontre combien il est nécessaire et important de *fixer d'une manière invariable l'écartement de la voie au passage du crossing et de faire usage des métaux les plus résistants pour ces pièces.*

Altération rapide des pieds-de-biche vers la partie coudée.

Pour les voies ferrées d'une certaine importance où les crossings fatiguent beaucoup, on a remédié à cette action en aciérant les pieds-de-biche.

Notons, en passant, que cette altération se présente toujours de la même manière et qu'elle finit par donner à la surface du pied-de-biche le profil des jantes de roues, c'est-à-dire une surface inclinée à $1/20^m$ raccordée à une face d'une inclinaison double.

L'exposé un peu minutieux qui précède a pour but d'établir les principes essentiels, d'après lesquels doivent être formés les crossings, principes que nous pouvons résumer comme suit :

1° Établir les surfaces de roulement des roues de manière que le passage du rail, sur cette pièce, se fasse sans secousses.

2° Éviter de faire porter les bourrelets sur le fond des rainures.

3° Relier de la manière la plus parfaite et la plus solide, les abouts des pieds-de-biche et du cœur aux rails qui s'y raccordent.

4° Rendre cette pièce la moins encombrante possible, afin d'en faciliter le transport, la pose et le remplacement.

5° Rejeter autant que possible tous les assemblages compliqués d'un trop grand nombre de pièces, dont la perte de l'une ou l'autre pourront compromettre l'ensemble.

6° Contrarier la tendance au mouvement curviligne provenant du déplacement latéral du point de contact du rail, sur la jante conique de la roue.

7° Donner à une pièce semblable la plus grande durée possible eu égard à son prix de revient et aux embarras inhérents de son remplacement.

8° Donner à l'ensemble du système la plus grande fixité possible de manière à empêcher que le crossing ne puisse osciller ni se déplacer latéralement par rapport aux rails de la voie.

Ces principes m'ont servi de guide dans la composition du crossing que je vais décrire au chapitre suivant.

CHAPITRE II.

Description du croisement proposé. (Voir pl. X.)

Le croisement que je propose, se compose du *crossing* proprement dit. (Voir fig. 1).

2° D'une pièce latérale placée dans la file de rails, pièce que je désignerai sous le nom de contre-crossing ou directrice.

3° D'un bâtis, ou charpente d'assise, formé de plaques de bois et de rails en tôle.

Le crossing en acier fondu, formé d'une seule pièce, et représenté à l'échelle de 0,005 en projection horizontale (fig. 3) et en coupe longitudinale (fig. 2), a été composé pour le cas du raccordement d'une voie d'évitement de 250 mètres de rayon avec une voie principale supposée droite.

La surface de roulement de cette pièce a été formée d'après les considérations nouvelles dont l'importance ressortira de l'exposé qui suit.

Supposons une voie neuve, parfaitement établie, ainsi que l'évitement qui s'y raccorde, et supposons, pour un instant, que la pièce de croisement ordinaire, qui était placée à la rencontre des deux lignes de rails qui la traversent, ait été remplacée par une couche de matière plastique affleurant les rails ; si on venait à faire rouler sur chacune des deux voies un véhicule dont les essieux seraient, dans

tout le parcours, soutenus à une même hauteur au-dessus des rails, ce véhicule laisserait deux traces dans la matière plastique, qui, solidifiée, constituerait un crossing qu'on pourrait appeler crossing théorique, lequel serait, quant à la forme et à la direction, dans les conditions les plus convenables pour tous les trains identiques aux trains qui l'ont tracé.

Mais cette identité n'est pas réalisable en pratique.

1° La section des jantes diffère souvent d'une compagnie à l'autre et le service les modifie plus ou moins.

2° L'écartement des roues n'est pas non plus le même, chaque compagnie accorde aux fournisseurs une tolérance de quelques millimètres.

3° La pratique reconnaît également la nécessité de permettre un certain jeu latéral aux trains placés dans la voie; ce jeu, pour les lignes de l'État belge, est fixé à $0^m,024$ en partie droite, il augmente en partie courbe en raison inverse du rayon, et il est de $0^m,032$ dans les courbes de 150 mètres, en sorte que le passage des trains fatigués aurait pour effet, d'approfondir les rainures et la différence d'écartement, et le jeu latéral de les élargir.

En tenant compte de ces circonstances diverses, on peut arriver à former un gabarit capable de ces variations, et c'est ce gabarit que nous avons présenté, sous la figure 4, par le tracé *A B C D F G*, où le jeu latéral admis, est égal à la distance *G H*.

Les rainures formées dans la matière plastique par des roues, taillées sur ce gabarit seront dans les conditions les plus convenables eu égard aux circonstances ordinaires des véhicules en mouvement.

Cette structure particulière que nous avons adoptée, pourra varier, comme on voit, d'une compagnie à l'autre, avec le profil des jantes, les soins qui président à la confection et à l'entretien du matériel, en un mot avec l'importance que l'on accorde à l'exploitation.

On pourrait même composer deux gabarits différents pour le même crossing, dont le plus rigoureux formerait les surfaces de la voie principale et l'autre les faces de l'évitement.

Sur ces crossings formés d'après ces principes, les wagons, dont les roues sont neuves et bien calibrées, passeront avec facilité, tandis que les trains détraqués éprouveront certains chocs et en feront éprouver à la pièce qui y résistera par la force de sa matière; mais comme ces chocs auront lieu surtout pour les voitures à marchandises, qui s'arrêtent dans toutes les haltes et stations et qui ne franchissent ainsi les croisements qu'avec une vitesse très-faible, nous ne leur accordons qu'une importance relative.

Si on examine la figure d'un crossing établi suivant le principe que nous venons d'indiquer (voir les figures 2 et 3), on remarquera que le cœur, au lieu de s'arrêter brusquement en une pointe arrondie, s'infléchit en dos de poisson et persiste sur toute l'étendue de la pièce, en sorte qu'il agit déjà pour diriger les roues, tandis qu'elles portent encore par leur jante sur le pied-de-biche; avantage réel et particulier qui ne pourrait, toutefois, subsister que pour autant que le modèle ait été fait avec soin et que cette partie, délicate par ses dimensions, puisse, par la force de la matière employée, offrir en cet endroit une résistance suffisante.

On remarque encore que la surface de roulement de chacun des pieds-de-biche n'affecte plus, comme sous les crossings en usage jusqu'à présent, la forme même du rail; mais qu'elle présente deux parties planes (voir fig. 3, la coupe en travers *A B*), l'une *a b* à l'inclinaison de 2/20, l'autre *b c* à l'inclinaison de 1/20^{m}, lesquelles répondent aux deux inclinaisons adoptées pour le profil des roues.

Le profil du crossing a ceci d'avantageux, qu'il permet toujours de soutenir la roue par une partie *a b* qui ne fatigue que dans cette occasion, quelque usée d'ailleurs que puisse être l'autre partie ordinairement en contact avec le rail.

2° Pour éviter de faire porter le bourrelet des roues sur le fond des rainures, il suffit d'abord de former, en conséquence, le gabarit qui les a tracées et d'employer une matière assez résistante, pour les parties saillantes du crossing les plus exposées à être détériorées.

3° Afin de relier de la manière la plus solide les extrémités des pieds-de-biche et du cœur aux rails qui s'y raccordent, nous terminons les premiers par des bouts de rails, qui s'éclissent comme les autres parties de la voie, et le cœur par un tenon renforcé de deux joues faisant éclisse contre lesquelles viennent s'adapter les deux rails de la voie taillée en biseau. Si, dans cet assemblage, nous avons conservé à l'extérieur les éclisses ordinaires, c'est uniquement comme soutien des rebords de la table das rails.

4° et 5° Pour rendre cette pièce moins encombrante, nous l'avons limitée aux parties strictement nécessaires et formée d'une seule pièce qu'on obtient par coulée, comme les crossings en fonte, en usage sur les lignes de l'État.

6° Pour contrarier la tendance au mouvement curviligne provenant du déplacement latéral du point de contact du pied-de-biche sur la jante conique de la roue, je place, en face du crossing et dans chacune des lignes extérieures des rails, une pièce que je nommerai *contre-crossing ou directrice.* (Voir fig. 1 de la pièce *E F, G H*). On peut se figurer cette pièce comme une partie de rails dont la table élargie vers l'extérieur de la voie aurait été réglée de manière à faire prendre, à la ligne des contacts des roues qui la parcourent, une position *a' b' c' e'* symétrique, par rapport à l'axe de la voie, à la ligne *a b c d,* des contacts sur le crossing et le but proposé serait atteint.

Mais on peut étendre l'action de cette pièce et lui faire ainsi justifier le nom que je lui ai donné; il suffit pour cela d'abandonner cette symétrie parfaite et de dresser la surface de ce rail de manière que la ligne des contacts *a' b'' c'' e'*, y soit rejetée un peu vers l'extérieur par rapport à la première.

Cette modification aura pour conséquence de produire un effet contraire à celui que nous voulions éviter et d'attirer les roues vers la directrice sur tout le parcours de cette pièce. Pour rendre cet effet plus sensible, j'applique le même principe aux deux rails qui précèdent et qui suivent, ce qu'on peut obtenir aisément en modifiant la surface de la table au moyen de la machine à planer, ou en faisant usage, pour ce cas seulement, de rails spéciaux, si la chose est reconnue nécessaire.

On conçoit que l'effet de la directrice serait plus prononcé si on augmentait la conicité de la partie de la jante des roues qui n'est jamais en contact avec le rail dans les cas ordinaires, en la portant, par exemple, à 3/20 sur $0^m,04$ de long au lieu de 2/20 sur $0^m,03$, c'est-à-dire en adoptant le profil indiqué par la ligne supérieure sur la figure 10 au lieu du profil inférieur qui est le seul admis actuellement pour les roues circulant sur nos lignes.

Je me réserve de discuter cette modification dans un article spécial sur les roues de wagons.

L'action de la directrice a pour effet, comme on voit, de rendre inutile le contre-rail, que je conserve néanmoins comme garantie pour les cas exceptionnels de chocs latéraux, mouvement de lacet, etc., que j'ai énumérés, avec cette différence toutefois que, dans la pièce que je propose, le rail et le contre-rail ne font qu'un, ainsi qu'on peut le voir à la fig. 6, qui donne la coupe transversale de la directrice.

Quant à la longueur de cette nouvelle pièce on peut, en partie droite, la prendre égale à celle du crossing, ce qui aura l'avantage, lors de la pose, d'éviter de couper les rails et, pour obtenir le même résultat en partie courbe, cette longueur sera établie d'après le rayon de courbure.

7° Pour donner au crossing plus de durée, nous le faisons en acier fondu, seul métal qui puisse répondre au but que nous nous proposons et qui, malgré les progrès réalisés

depuis quelques années dans la fabrication des aciers, n'est encore entré, jusqu'à présent dans ces pièces, que partiellement pour les parties les plus exposées à la fatigue.

Il résulte de ce mode d'emploi partiel, des mises d'acier qui sautent facilement et une complication inextricable d'assemblages et de boulons pour assujettir toutes ces pièces entre elles, complication dont le crossing adopté par la compagnie du Nord, paraît être la dernière expression.

8° Pour établir le crossing sur une base solide qui empêche tout mouvement oscillatoire et pour maintenir entre cette pièce et la directrice l'écartement prescrit, chacune de ces pièces est encastrée d'un centimètre et fortement boulonnée dans une semelle de bois de chêne équarri, d'une longueur égale à la longueur du crossing, d'une épaisseur de 15 centimètres et d'une largeur de 48 centimètres pour la semelle du crossing et de 36 pour celle de la directrice.

Ces pièces portent à leur extrémité sur des plaques en fer, présentant des rebords entre lesquels elles sont prises à frottement. Ces plaques sont rivées à deux poutres creuses en tôle, disposées de manière à s'étendre sous les deux voies qui se raccordent et à ne faire qu'un tout invariable, du crossing et des deux directrices qui composent le croisement tel que nous l'avons défini.

Cette disposition, qui présente une très-grande résistance et une élasticité suffisante, a cet avantage de permettre aux agents de la pose de relever ou d'abaisser le croisement, suivant les nécessités du service, par le simple piochage, ainsi qu'il se pratique sur les autres parties des lignes, et d'être, jusque dans ses détails, d'un montage et démontage rapide et facile, ainsi qu'on peut s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur les figures 5, 6, et 7.

Les semelles en madriers équarris qui donnent au système une certaine élasticité et une assise considérable pourront permettre, au cas où le crossing ou la directrice

viendraient à être brisés net en deux pièces, de rouler encore, pendant quelque temps, sur les parties séparées, après qu'on les aura fixées vers la cassure par des clous à pattes; avantage qu'on rendra, du reste, superflu en donnant aux pièces d'acier des dimensions suffisantes.

CHAPITRE III.

Examen critique des divers types de crossing en usage.

D'après les considérations qui précèdent, il nous sera facile de signaler les avantages et les inconvénients des différents systèmes de crossing mis en usage sur les lignes de l'État belge et des compagnies des chemins de fer concédés. Ces différents systèmes peuvent se rapporter à deux types, qui sont le crossing d'une seule pièce et le crossing formé des rails mêmes de la voie. Nous ne parlerons pas du crossing Nicaise qui, jusqu'à ce jour, paraît réservé aux raccordements des voies industrielles, ni du crossing où la pointe est remplacée par une coulisse mobile; ce dernier, à cause de sa complication, ne paraissant pas susceptible de se généraliser beaucoup.

Premier type.

A ce premier type se rapporte le crossing en fonte de l'État, qui est assez connu pour nous dispenser d'en faire ici la description.

Ce crossing doit, à sa simplicité et à son faible prix de revient, la préférence qui l'a fait adopter jusqu'à présent sur les lignes de l'État, à l'exclusion de tout autre. On peut, toutefois, lui reprocher d'être de courte durée et de ne pouvoir être relié d'une manière convenable aux rails de la voie, ce qui fait probablement qu'on a négligé d'apporter dans son installation toute l'attention nécessaire; aussi re-

marque-t-on, sous l'action des trains, un martelage saccadé et bruyant des plus désagréables.

Il arrive pour ces crossings que, lorsqu'une des voies est beaucoup plus fréquentée que l'autre, la rainure et les parties en contact avec les roues, se creusant et s'usant outre mesure, la pointe du cœur est déplacée, en sorte que les véhicules, circulant sur la seconde ligne, ont beaucoup de peine à se dégager de la rainure principale et se trouvent, par cela même, en danger de dérailler, comme cela est arrivé plusieurs fois.

Nous rappellerons que l'approfondissemnnt des rainures qu'on remarque sur tous les crossings n'a pu s'effectuer sans imprimer aux trains qui y ont coopéré un mouvement curviligne très-prononcé et qu'on peut constater par la détérioration des bourrelets des rails extérieurs aux abords de chaque crossing.

A ce premier type on peut rapporter le crossing *Loicq*. Ce crossing se compose d'une semelle en fonte sur laquelle sont fixées, par un procédé ingénieux, des pièces de fer forgé, aciéré fortement, formant le cœur et le pied-de-biche.

Ce crossing, comme celui de l'État, est d'une forme simple, d'une installation facile et peu coûteux. La surface de frottement des pièces supérieures se présente comme la table des rails. Le peu de hauteur de ces pièces est un obstacle à ce que l'on puisse les éclisser, aussi se contente-t-on d'engager le bout du rail dans le sabot de fonte et de pousser au travers une simple cheville de fer.

Sous ce rapport ce crossing est défectueux, bien qu'il ait sur le crossing en fonte des avantages marqués, sa durée est plus grande et on peut y remplacer, plus ou moins avantageusement, les pièces fatiguées en conservant les autres.

Notons aussi en passant que, par l'effet du martelage sur les pièces de fer adaptées au fond des rainures, il se pro-

duit une tendance à l'écartement qui brise les parties saillantes de la semelle en fonte.

Toutefois, pour les lignes sur lesquelles il circule des trains à grande vitesse, la substitution de pièces neuves au milieu de pièces altérées pourrait déranger l'harmonie qui règne entre elles et entraîner des inconvénients qu'on ne peut éviter qu'en remplaçant à la fois toutes ces pièces mobiles pour ne conserver que le socle en fonte.

On peut encore rapporter à ce type quelques crossings formés de pièces de fer aciérées rivées sur une forte tôle; mais la difficulté d'asseoir convenablement ces pièces dans les voies, et d'autres défauts que font ressortir les observations qui précèdent, paraissent en avoir limité l'usage aux croisements des voies qui aboutissent aux grandes plates-formes des remises circulaires des locomotives.

Deuxième type.

La plupart des sociétés, en Belgique, ont accordé une préférence marquée au crossing formé des rails mêmes de la voie. Ces crossings se composent, pour le cœur, de deux demi rails, taillés en biseau, et assemblés, et d'un rail entier coudé pour chacun des pieds-de-biche, le tout relié par des coussinets en fonte, d'une forme spéciale, dans lesquels les pièces sont fixées au moyen de clavettes.

Ces crossings ont l'avantage de pouvoir être faits dans les ateliers ordinaires, et de se rattacher aux rails de la voie par le sytème d'éclissage adopté par toute la ligne.

Par contre, ces pièces sont encombrantes, d'un montage et d'un démontage assez compliqué, et, si l'on n'a soin de faire aciérer toutes les pièces, leur durée est limitée et il arrive que l'on doit mettre au rebut tout un rail pour une détérioration d'une faible étendue.

Les ingénieurs de la compagnie du Nord ont apporté

des perfectionnements nombreux à ce crossing dans le but d'en prolonger la durée.

Le cœur est formé d'une pièce spéciale en fer forgé aciéré, d'une forme compliquée, les rails des pieds-de-biche y sont également en fer aciéré. Ces diverses pièces sont assemblées entre elles au moyen de boulons passant dans des tubes placés comme pièces d'écartement. Le cœur porte par sa pointe sur un coussinet en fonte contre lequel il est serré par des éclisses horizontales. Il résulte de là un ensemble de 25 à 30 pièces solides, durables, il est vrai, mais coûteux et d'une complication qui ne se justifie plus eu égard au prix des aciers.

CHAPITRE IV.

D'après la notice qui précède, on voit que le croisement que nous proposons est conçu et composé d'après des principes mis en évidence pour la première fois.

C'est aussi la première fois que l'acier fondu doit être employé pour former un crossing d'une seule pièce plus durable, quoique moins coûteux, de premier établissement, que les divers systèmes de crossings compliqués de métaux différents auxquels on est arrivé dans ces derniers temps.

Le choix de l'acier nous a permis d'adopter, pour le crossing, une forme telle qu'il participe d'une manière complète aux avantages particuliers de chacun des types adoptés, sans en avoir les défauts; il est simple, portatif comme le *crossing* en fonte de l'État, son éclissage au rail, par la disposition du tenon qui termine le cœur, est aussi complet qu'on puisse le désirer. Il jouit en outre d'avantages particuliers dus à la configuration de la surface, configuration assez compliquée, qu'on ne pourrait obtenir du fer par le laminage ou le travail au marteau. Le cœur, qui se termine en dos de poisson et se poursuit jusqu'au sommet de l'angle de rencontre, agit encore sur les trains pour les guider,

alors que, dans les autres crossings, cette action ne peut plus s'obtenir que du contre-rail.

Le contre-crossing ou directrice que nous introduisons dans les voies est une pièce toute nouvelle dont l'idée nous est due en entier; les services qu'elle est appelée à rendre et qui ont été développés ci-dessus, nous semblent avoir une certaine importance que nous tenons à signaler.

Il en est de même de la forme adoptée pour la table des rails qui s'y raccordent.

L'usage de ces rails pourrait être étendu à certaines courbes, dans le cas où l'on voudrait éviter le glissement des roues sur les rails, glissement dû aux parcours inégaux de ces roues sur les files de rails intérieurs et extérieurs de ces parties de voie.

Enfin, nous signalons également la disposition de la charpente de ce croisement, dont la force et la stabilité sont en rapport avec l'importance du but qu'il s'agissait d'atteindre, et dont la durée est aussi en rapport avec la durée des pièces qu'elle supporte.

Nous sommes ainsi arrivés à la composition d'un croisement complet, offrant, croyons-nous, toutes les garanties désirables et qui, une fois installé avec soin, n'exigera plus qu'une surveillance superficielle.

Vieux-Virton, le 8 avril 1862.

TÉLÉGRAPHES.

RENSEIGNEMENTS

SUR

LA TÉLÉGRAPHIE EN ANGLETERRE (JUIN 1864).

EXTRAITS D'UN RAPPORT

DE

M. GIBBS,

INSPECTEUR, CHEF DE SERVICE DES TÉLÉGRAPHES BELGES.

Lignes souterraines et sous-marines.

Dans les villes, les fils télégraphiques souterrains sont protégés par des tuyaux en fonte; hors des villes, on emploie des tuyaux en poterie.

Chaque fil, entouré de gutta-percha est couvert d'une bande d'étoffe de coton et bien imprégné de goudron de Suède. On en saupoudre la surface de sable fin, pour éviter que le goudron ne s'enlève. Les fils sont réunis par une ligature qui les maintient ensemble sans les serrer.

Les bornes d'épreuves sont entièrement supprimées. On a reconnu que les fils s'y détérioraient promptement. Elles sont avantageusement remplacées par des boîtes en fonte, dont la couverture supérieure est au niveau du pavé. On place une boîte tous les cent mètres environ, mais il n'y a de joints formés qu'à chaque demi-mille (800 mètres envi-

ron). Dans les boîtes intermédiaires, on laisse passer les fils sans les couper en leur ménageant assez de longueur pour des épreuves éventuelles.

Les tuyaux doivent être enterrés assez profondément pour rester entourés d'humidité, autant que possible, en tout temps. Il est désirable d'aller jusqu'à $1^m,20$ ou même $1^m,50$. L'entrée des tuyaux dans les boîtes est obstruée, autour des fils, par du chanvre goudronné, et les boîtes sont remplies à moitié de terre humide, par dessus les fils, pour conserver ceux-ci frais et humides. Dans cette situation, et en restant entourés de goudron, ils ne peuvent être détériorés que par des décharges d'électricité atmosphérique, accident dont on peut se garder en plaçant des paratonnerres au bureau de jonction.

On ne saurait apporter trop de soins à la formation des joints. La réussite et la conservation de la ligne en dépendent plus que de toute autre chose. Les extrémités du fil de cuivre sont d'abord réunies et soudées ; on les enduit ensuite du composé dit : *de Chatterton* (mélange de gutta-percha, de résine et de goudron de Suède), et on enveloppe toute la partie nue d'une feuille de gutta-percha assez épaisse (3^{mm} environ). On attend qu'elle soit complétement refroidie pour l'enduire d'une nouvelle couche de composé de Chatterton et la recouvrir d'une seconde feuille de gutta-percha plus longue, de cinq centimètres, que la première. On termine par une troisième enveloppe de composé et de gutta-percha, recouvrant tout le joint.

Ce procédé donne des résultats parfaits lorsqu'il est appliqué avec soin. L'expérience a démontré que l'emploi de la gutta-percha en feuille mince est complétement inefficace.

Il importe d'éviter que la gutta-percha couvrant le fil près des deux extrémités à réunir, ne soit trop chauffée, salie ou manipulée maladroitement. L'adhérence entre l'ancienne et la nouvelle matière serait alors imparfaite sans qu'il fût possible de s'en apercevoir dès l'abord à la simple

inspection ou même à l'épreuve électrique. Il en résulterait bientôt des fissures, l'introduction d'humidité et, à la longue, la destruction du fil conducteur, causant l'interruption du courant.

L'énorme consommation de gutta-percha rend cette matière de plus en plus rare et plus chère. En outre, on a reconnu l'utilité de multiplier les couches autour des fils télégraphiques et de n'employer à cet usage que de la matière nettoyée et purifiée par de nombreuses manutentions.

C'est ainsi que le même fil à deux couches qui, en 1859, coûtait à Londres 18 livres par mille (280 fr. par 1,000 mètres), revient, en 1864, à 24 livres 15 shillings (385 fr. par 1,000 mètres).

Le caoutchouc n'est employé que dans la confection des câbles de l'entreprise de M. Wheatstone. Ces câbles parcourent divers quartiers de Londres, au-dessus des maisons, afin de relier entre elles les maisons de commerce, les habitations particulières, etc. Dans plusieurs circonstances, cet essai n'a pas réussi. Toutes les autres épreuves ont été complétement défavorables. Plusieurs centaines de milles de fils conducteurs recouverts de caoutchouc, placés sous terre, dans des tunnels, etc., ont manqué de consistance et ont perdu leur isolement au bout de très-peu de temps.

Le caoutchouc, s'il est suffisamment manipulé pour se souder facilement à lui-même, devient liquide à l'intérieur; si la manipulation est insuffisante, il n'y a pas d'adhérence et les rubans en hélice entourant le fil conducteur se détachent.

Cette matière isole mieux que la gutta-percha mais ne peut, comme elle, être moulée en un tube continu, ce qui la rend inapplicable pratiquement aux lignes souterraines ou sous-marines. La gutta-percha isole suffisamment et sa durée est prouvée par l'expérience des lignes sous-marines établies depuis 1851 et 1852, qui n'ont pas cessé de fonc-

tionner et dans lesquelles on retrouve la matière isolante aussi parfaite que lorsqu'elle est sortie de l'atelier (1).

D'après les renseignements que j'ai recueillis sur la situation actuelle des lignes télégraphiques sous-marines, j'ai dressé le relevé ci-après où ces lignes sont rangées par ordre chronologique, avec indication du nombre de fils conducteurs, de la longueur, de la profondeur et des résultats obtenus.

(1) Voici les prix des câbles sous-marins construits d'après les principes reconnus les meilleurs en dernier lieu, c'est-à-dire : conducteurs formés de 7 fils de cuivre tordus, isolés par deux couvertures de gutta-percha avec deux couches interposées de composé de Chatterton, le tout enveloppé de chanvre goudronné et de fils de fer formant la protection extérieure :

Câble de	6	fils conducteurs :	₤ 350	par mille.	fr. 5 40	par mètre.
»	4	»	» 220	»	3 40	»
»	3	»	» 180	»	2 80	»
»	2	»	» 150	»	2 33	»
»	1	»	» 100	»	1 55	»

Situation des câbles immergés depuis l'origine (1850) jusqu'en juin 1864.

Nos d'ordre.	Époque de l'immersion.	LIEUX D'IMMERSION.		Nombre de fils conducteurs.	Longueur. — Kilomètres.	Maximum de profondeur. — Mètres.	SITUATION EN JUIN 1864.
1	1850	Douvres.	Calais.	1	41	54	Un fil couvert de gutta-percha sans autre protection ; a fonctionné 1 jour seulement.
2	1851	Douvres.	Calais.	4	41	54	en service (premier câble protégé par des fils de fer).
3	1852	Keyhaven.	Hurst-Castle.	4	5	—	En service.
4	1852	Holyhead.	Howth (Dublin).	1	125	126	Hors de service depuis 1858.
5	1852	Portpatrick.	Donaghadee (Irlande).	6	41	310	Hors de service.
6	1852	Portpatrick.	Donaghadee.	2	41	310	Id.
7	1853	Danemark.	A travers le Belt.	3	30	27	En service.
8	1853	Douvres.	Ostende.	6	134	54	5 fils en service.
9	1853	Frith of Forth.	—	4	8 1/2	—	En service.
10	1853	Portpatrick.	Donaghadee.	6	41	310	Id.
11	1853	Orfordness.	Scheveningen (Hollande).	1	200	54	Id.
12	1853	Orfordness.	Scheveningen.	1	200	54	Hors de service depuis 1858.
13	1854	Orfordness.	Scheveningen.	1	200	54	Id.
14	1854	Suède.	Danemark.	8	20	26	En service.
15	1854	Portpatrick.	Whitehead (Irlande).	6	45	270	Id.
16	1854	La Spezzia (Italie).	Corse.	6	185	595	Id. (a été réparé).
17	1854	Corse.	Sardaigne.	6	18	36	Id.
18	1854	Holyhead.	Howth (Irlande).	2	125	126	1 fil n'a fonctionné que 2 jours ; l'autre hors de service depuis 1859.
19	1855	Varna (mer noire).	Balaclava.	1	590	540	A fonctionné 9 mois.
20	1855	Balaclava.	Eupatoria.	1	—	—	—
21	1855	Egypte.	—	4	16	—	En service.

Nos d'ordre.	Époque de l'immersion.	LIEUX D'IMMERSION.		Nombre de fils conducteurs.	Longueur. — Kilomètres.	Maximum de profondeurs. — Mètres.	SITUATION EN JUIN 1864.
22	1855	Italie.	Sicile.	1	8	49	En service.
23	1855	Sardaigne.	Afrique.	6	75	1440	N'a jamais fonctionné.
24	1855	Cap Ray.	Cap North.	3	50	648	Id.
25	1855	Sardaigne.	Afrique.	3	250	2700	Id.
26	1856	Terre-Neuve.	Cap Breton.	1	145	648	En service.
27	1856	Ile Prince Édouard.	Nouveau Brunswick.	1	20	26	Id.
28	1857	Varna (mer Noire).	Constantinople.	1	285	—	Hors de service depuis 1862.
29	1857	Cagliari (Sardaigne).	Bone (Algérie).	4	250	2700	Id. depuis 1861.
30	1857	Sardaigne.	Corfou via Malte.	1	1185	1800	A fonctionné 14 mois.
31	1858	Valentia (Irlande).	Terre-Neuve.	1	3640	4450	A fonctionné 25 jours.
32	1858	Weymouth (Angl.) Alderney Guernsey Jersey.		1	170	108	A fonctionné 30 mois.
33	1857	Norvège (ligne de côte).		1	80	540	En service.
34	1857	A travers l'embouchure du Danube.		1	5	—	Id.
35	1857	Ceylan et à travers des rivières aux Indes.		1	100	81	Id.
36	1858	Italie.	Sicile.	1	13	108	Id.
37	1858	Cromer (Angl.)	Scheveningen (Hollande).	4	235	54	Id.
38	1858	Cromer.	Emden (Hanovre).	2	465	54	En service ; a été plusieurs fois rompu.
39	1858	Norvège (ligne de côte).		1	27	540	En service.
40	1858	Dardanelles.	Scio.	1	192	360	En service; plusieurs fois rompu.
41	1858	Scio.	Syra.	1	142	360	Id. Id.
42	1859	Alexandrie.	—	4	4	—	En service.
43	1859	Cromer (Angleterre).	Tonning (Danemark).	3	615	54	Id.
44	1859	Scio.	Smyrne.	1	67	72	En service, plusieurs fois réparé.
45	1859	Syra.	Athènes.	1	175	270	Id. Id.
46	1859	Suède.	Ile de Gottland.	1	109	144	En service.
[illegible]	[illegible]	Folkstone.	Boulogne.	6	40	87	Id.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sicile.	1	400	144	Id.
51	1859	Jersey.	Pirou (France).	1	35	27	Id.
52	1859	Australie.	Tasmanie.	1	2 5	108	(Réparé) en service.
53	1859	Candie.	Alexandrie.	1	250	2880	N'a jamais fonctionné.
54	1859	Singapore.	Batavia.	1	1050	36	Hors de service depuis 1861.
55	1859	Suez mer Rouge.	Kurrachée (Inde).	1	5850	3440	A fonctionné 8 mois.
56	1859	Espagne.	Ceuta (Afrique).	1	42	—	
57	1859	Whitehaven (Angleterre).	Ile de Man.	1	60	54	A fonctionné 3 ans.
58	1859	Liverpool.	Holyhead (Angleterre).	2	42	25	Hors de service (a été rompu plusieurs fois par les ancres).
59	1859	Syra.	Candie.	1	250	—	Hors de service depuis 1862.
60	1860	Port-Vendres.	Alger.	1	870	2853	Id. Id.
61	1860	Danemark.	Grand Belt.	6	24	33	En service.
62	1860	Danemark.	Grand Belt.	3	24	33	Id.
63	1860	Arracan.	—	1	195	90	Id.
64	1860	Barcelone.	Mahon (Minorque).	1	330	2520	Id.
65	1860	Minorque.	Majorque.	2	60	450	Id.
66	1860	Iviza.	Palma (Majorque).	2	125	900	Id.
67	1860	Cap St. Antonio.	Iviza.	2	127	810	Id.
68	1861	Corfou.	Otrante.	1	150	1800	Id.
69	1861	Norvège (ligne de côte).		1	27	540	Id.
70	1861	Toulon.	Corse.	1	325	2790	Id.
71	1861	Malte.	Alexandrie.	1	2560	756	Id.
72	1861	Beachy Head (Angleterre).	Dieppe.	6	134	54	Id.
73	1862	Abermawr (id.)	Wexford (Irlande).	4	105	104	Id.
74	1862	Angleterre.	Hollande.	4	216	54	Id.
75	1863	Sardaigne.	Sicile.	1	—		Id.
76	1864	Carthagène.	Oran.	—	—	—	Hors de service.
77	1864	Avalona.	Otrante.	—	—	—	Id.
78	1864	Golfe Persique.		1	—	—	En service.

Câble transatlantique.

Le nouveau câble transatlantique est en voie d'exécution. Une longueur de 300 milles (environ 100 lieues de 5 kilomètres) est déjà achevée. Le steamer *Great Eastern* est retenu pour opérer l'immersion et des mesures sont prises pour qu'elle soit effectuée en juillet 1865.

Le parcours est le même qu'en 1858, c'est-à-dire de Valentia (Irlande) à Trinity Bay, île de Terre-Neuve. La distance est de 1,640 milles marins (633 lieues de 5 kilomètres). En tenant compte de la perte de longueur, le câble aura 1,885 milles marins (728 lieues).

La plus grande profondeur de l'Océan, sur ce parcours, est de 4,450 mètres.

Les frais de l'entreprise, prix du câble, immersion et autres dépenses, sont évaluées à 700,000 livres sterling (17 $^1/_2$ millions), somme entièrement souscrite, dès à présent.

Les extrémités de côte du câble, à Valentia et à Trinity Bay, sur une longueur de 8 lieues environ, seront de forte dimension et protégées, par des fils de fer de gros diamètre, contre l'atteinte des ancres, etc.

Le fil conducteur central est composé de 7 fils de cuivre tordus ; il est couvert de quatre couches de gutta-percha, aux ateliers de la compagnie dite *de gutta-percha*, établis Wharf road, City road, à Londres. L'enveloppe extérieure du câble est faite aux ateliers de MM. Glass, Elliot et Cie, à Woolwich.

Le Great Eastern est affrété pour une somme de 60,000 livres (1 $^1/_2$ million de francs). Il a quitté Liverpool pour Sheerness, à l'embouchure de la Tamise, afin d'être approprié à cette destination spéciale. Des réservoirs y seront ménagés pour que les différentes parties du câble restent plongées dans l'eau depuis l'instant de leur achèvement jusqu'à l'immersion, qui doit avoir lieu à partir de la côte américaine, en revenant vers l'Europe. Les entrepreneurs

se chargent de conduire le navire à Terre-Neuve et de toutes les dépenses éventuelles, depuis le 15 juin 1864 jusqu'à l'immersion terminée en 1865.

Une somme de 50,000 livres (1,250,000 fr.) leur sera payée aussitôt que deux télégrammes auront été transmis par le câble, à la satisfaction des directeurs de la compagnie. Le reste de la somme doit être divisée en 12 paiements égaux à effectuer à l'expiration de chaque mois de service régulier jusqu'à paiement total.

Les intentions actuelles des directeurs sont de taxer à 5 livres (125 fr.) le télégramme de 20 mots. Même à ce prix, on suppose que l'affluence sera suffisante pour encombrer une ligne qui n'a qu'un seul fil conducteur. La compagnie a le projet de commencer un second câble dès que le premier sera établi avec succès. Il y aurait alors une réduction de tarif.

On a calculé qu'au moyen des appareils des systèmes Morse ou Wheatstone, le câble ne pourrait transmettre plus de 2 ½ à 3 mots par minute, mais on annonce une disposition nouvelle de M. l'ingénieur électricien Varley, d'après laquelle on obtient 8 à 10 mots.

On compte se servir d'une pile de Daniell de 260 éléments.

Lignes télégraphiques sur poteaux.

Le prix du fil de fer s'est élevé de 3 livres par tonne (75 fr. par 1,015 kil.) depuis dix-huit mois, à cause de l'augmentation de la demande et de deux coalitions d'ouvriers qui ont fait augmenter les salaires.

Les prix actuels sont :

N° 8 (4^{mm}) ₤ 20.15.0 par tonne (environ 52 fr. les % k°.)
N° 11 (3^{mm}) ₤ 22.16.0 » (» 57 »)

Le fil homogène, de qualité supérieure, est fréquemment employé en Angleterre. On considère, en définitive, qu'il y a économie à l'adopter; il est plus flexible que le fil ordi-

naire et sa force est double. On peut donc réduire d'un tiers le nombre de poteaux et d'isolateurs, tout en employant un fil dont le poids n'est que de la moitié. En ligne droite, dix poteaux par mille (écartement 160 mètres environ) suffisent amplement lorsqu'on emploie ce fil. En moyenne, en tenant compte des courbes, on compte 12 poteaux par mille. Cette espèce de fil revient, pour le n° 11, à £ 54 par tonne (133 fr. par 100 kil.).

Les poteaux des lignes télégraphiques sont en sapin. Leur prix moyen est de 6 schillings (fr. 7 50) la pièce pour une longueur moyenne de 24 pieds (7^{m},30). Il est stipulé qu'on ne peut fournir que des pieds d'arbres.

De grandes quantités de poteaux sont préparés soit par le procédé Boucherie, soit par la créosote. Lorsque cette dernière matière a pénétré complétement, les résultats sont excellents, mais si le procédé est appliqué à des bois humides, la créosote n'imprègne que la surface et le reste n'est aucunement préservé. On a remarqué même que les poteaux imparfaitement préparés sont détruits plus promptement que s'ils n'avaient pas été créosotés.

Les *tendeurs* sont complétement supprimés sur les lignes anglaises, où on les considère comme inutiles et donnant lieu à des imperfections dans la conductibilité.

Plusieurs lignes importantes appartenant à la compagnie du Royaume Uni *(United kingdom telegraph company)* ont été établies en dernier lieu au moyen d'isolateurs en *ébonite* (caoutchouc durci). On assure que ces isolateurs donnent d'excellents résultats, en Angleterre, comme en Amérique. Au point de vue de l'isolement, ils sont supérieurs aux autres matières. Il n'y a de doute que sur leur durée.

Certaines lignes comprenant un grand nombre de fils conducteurs, ont, à chaque poteau, un fil de fer soigneusement attaché aux supports de tous les isolateurs et conduisant au sol, le long du poteau, les courants dérivés auxquels donnerait lieu un isolement imparfait. On laisse envi-

ron 6 pieds de fil tourné sur lui-même dans le sol pour assurer une bonne conductibilité. On évite ainsi des mélanges de courant entre les fils.

Appareils télégraphiques. — Système Hughes.

L'appareil imprimeur de M. Hughes n'est employé que par la compagnie dite : du Royaume Uni, entre Liverpool et Manchester.

Quand je l'ai vu à Liverpool, il ne fonctionnait pas. Les télégraphistes m'ont dit qu'il était souvent dérangé; qu'en pareil cas ils se servent de l'appareil Morse que l'on tient toujours prêt à être substitué comme réserve.

Il y a deux ou trois ans, la même compagnie avait fait fonctionner l'appareil Hughes de Londres à Manchester, mais on l'a remplacé depuis longtemps par l'appareil Morse.

D'après l'opinion exprimée par M. Andrews, ingénieur de la compagnie, l'appareil Hughes fonctionne très-rapidement lorsqu'il est en train, mais il subit au plus haut degré l'influence du brouillard et de la pluie.

En général, cet appareil n'est pas considéré avec faveur en Angleterre. Au point de vue expérimental, il a subi avec succès de nombreuses épreuves, mais il n'a pas été adopté jusqu'ici, tant à cause de son prix élevé que de la nécessité de ne le confier qu'à des employés d'habileté supérieure, ce qui accroît, d'autre part, les frais du personnel.

Son application ne serait jugée avantageuse qu'à des circuits spéciaux et non à des réseaux complets qui réclament une grande simplicité de construction et pour lesquels l'appareil Morse, avec le perfectionnement de MM. Digney, de Paris, est considéré comme le plus simple et le plus pratique des systèmes.

Appareil Bonelli.

L'imprimeur de M. Bonelli fonctionne entre Liverpool et Manchester, pour le compte d'une compagnie spéciale con-

stituée par acte du parlement et autorisée à réunir entre eux les principaux centres d'affaires de la Grande-Bretagne. Une taxe uniforme de 6 pence (60 centimes) est appliquée au télégramme de 20 mots, et l'on m'a assuré que plusieurs autres lignes seraient établies prochainement dans ces conditions.

La composition préalable d'une dépêche de 20 mots réclame, en moyenne, 2 minutes. Des jeunes filles sont employées à ce travail. L'impression à distance, à partir de l'instant où tout est préparé, ne demande que 6 ou 7 secondes.

Outre les cinq fils nécessaires à la transmission par impression, entre Liverpool et Manchester, un sixième conducteur fait manœuvrer un appareil Wheatstone à une aiguille, pour les préparatifs, les cas de dérangement, etc. Je tiens de source certaine que plus de la moitié des télégrammes échangés par cette entreprise sont transmis par l'appareil Wheatstone; que, faute d'isolement suffisant, l'appareil imprimeur n'a pu, pendant des journées entières, fonctionner avec régularité.

La plus grande partie des correspondances entre Liverpool et Manchester sont confiées à trois autres compagnies qui exploitent le même trajet et qui ont réduit leur tarif au même taux que la compagnie Bonelli, c'est-à-dire, à 60 centimes par télégramme de 20 mots entre ces deux villes. Ces compagnies sont :

Electric telegraph company ;
Magnetic company ;
United kingdom telegraph company.

En somme, le système Bonelli rencontre, en Angleterre, les objections suivantes :

1° Il ne peut fonctionner avec moins de cinq fils conducteurs, outre un sixième, indispensable comme réserve avec un autre appareil ;

2° Il demande une énorme force de courant, chaque fil

devant avoir une pile séparée de 60 éléments, ce qui donne, pour deux stations complètes, 600 éléments;

3° Les cinq fils doivent être parfaitement isolés;

4° Comme conséquence de ce qui précède, les frais de premier établissement et d'entretien sont très-considérables.

Quant à l'utilité réelle et au parti à en tirer, il suffit de considérer le nombre de télégrammes que l'on pourrait faire passer, avec la plus grande régularité et dans toutes les circonstances atmosphériques, par 6 lignes d'appareils Morse qui ne demanderaient que 60 à 80 éléments de pile.

Appareil magnétique de Wheatstone.

Les appareils magnétiques à lettres, de M. Wheatstone, sont utilisés dans un certain nombre de maisons de commerce, pour les communications locales de certaines villes importantes. Ils fonctionnent d'une manière généralement satisfaisante à courte distance. On les préfère à cause de l'absence de pile. Les circuits dans lesquels ils fonctionnent ne dépassent pas quelques milles. On emploie aussi des appareils magnétiques d'après les systèmes de MM. Heuley et Siemens.

Le prix de ces appareils de M. Wheatstone varie de 245 à 625 francs.

Piles.

Le système de pile le plus généralement employé en Angleterre est celui de Daniell, avec solution de sulfate de cuivre. On a soin de couvrir les piles afin de les préserver de la lumière, de la poussière, etc.

Tubes pneumatiques.

La transmission des lettres et autres objets par le système *pneumatique* se rattache indirectement à la télégra-

phie. Ce système est en voie de développement dans plusieurs grandes villes d'Angleterre. Il fonctionne, à Londres, depuis quelque temps, avec une admirable régularité, à la station du chemin de fer du Nord-Ouest (Euston square), où il transporte des paquets sur un trajet de 600 yards (550 mètres). On construit en ce moment une ligne semblable de cette station au bureau central des postes de la Cité. Le trajet sera de 3 milles (à peu près une lieue de 5 kilomètres) et il est question d'y faire passer des colis volumineux formant des charges de 3 à 4 tonnes à la fois. Cette ligne est achevée aux deux tiers.

Les tuyaux en fer qui la composent ont environ un mètre de diamètre. Leur forme reproduit à peu près la voûte, les piédroits et le radier d'un tunnel de chemin de fer.

Des embranchements doivent être établis vers les autres stations de chemins de fer et vers les principaux bureaux de camionage. Il est question d'étendre le système à Birmingham, Manchester, Liverpool, Glasgow et autres grands centres d'affaires.

Depuis deux mois, on a fait fonctionner, comme essai, au palais de cristal de Sydenham, un tube pneumatique transportant des *voyageurs* à une distance de 420 yards (382 mètres). Une voiture de 1re classe, ayant trois mètres de longueur et autant de hauteur, est disposée pour recevoir 24 personnes.

Tarifs télégraphiques.

Les tarifs des lignes télégraphiques du Royaume-Uni varient continuellement.

La compagnie dite : *United kingdom telegraph company*, constituée pour l'établissement d'un réseau complet avec la taxe uniforme d'un shilling (fr. 1 25) par télégramme de 20 mots, a considérablement étendu ses lignes depuis

quelque temps. Elle fonctionne déjà de Bristol à Édimbourg et Glasgow, en desservant Londres, Birmingham, Manchester et Liverpool, sur un développement de 600 milles (200 lieues).

A mesure que cette compagnie ouvre de nouvelles lignes, les autres entreprises réduisent, sur le même parcours, leurs tarifs au même taux d'un shilling. Si la compagnie Bonelli réalisait ses projets, la taxe uniforme tomberait à six pence (60 centimes) par le même motif de concurrence.

Les taxes perçues, avant ces réductions, entre Londres et Manchester s'élevaient à 4 shillings (5 francs) par télégramme de un à vingt mots.

La compagnie dite : *Electric telegraph company* est toujours celle qui a le trafic le plus considérable (1). D'après le dire de l'ingénieur de cette compagnie, la réduction dont nous venons de parler n'avait pas, au bout de dix-huit mois, doublé le nombre de télégrammes échangés sur les lignes auxquelles elle s'applique ; l'entreprise avait donc éprouvé une perte considérable, et le tarif à un shilling, de Londres à Édimbourg, doit être considéré comme ruineux, eu égard surtout à la concurrence faite sur cette ligne.

Timbres-télégraphes.

L'emploi de timbres adhésifs pour affranchir les dépêches télégraphiques est très-répandu et donne de bons résultats. Il n'est pas applicable aux télégrammes à destination du continent.

Une réduction de 5 p % est accordée aux personnes qui en achètent au moins pour 5 livres (125 fr.).

Emploi des femmes dans la télégraphie.

L'emploi des femmes pour transmettre ou recevoir les correspondances télégraphiques donne de bons résultats et

(1) Le réseau de cette compagnie comprend, en juin 1864, 1,075 stations.

réalise une certaine économie, là où l'affluence n'est pas trop grande et lorsqu'une grande vitesse n'est pas exigée.

Lorsqu'il s'agit de tirer d'un fil tout le parti possible, de manière à obtenir des transmissions à la fois promptes et exactes, les hommes donnent de meilleurs résultats, au double point de vue du service et de la dépense.

Dans la grande salle de la Compagnie électrique à Londres, 80 jeunes filles sont préposées au service de jour, mais elles ne travaillent point sur les longues lignes aboutissant au continent ou à l'Irlande. Elles ne font jamais de service de nuit.

Leur salaire varie de 8 à 20 shillings (10 à 25 fr.) par semaine.

Une dame surveillante recevant de 2 à 3 livres (50 à 75 fr.) par semaine, est placée à la tête de ce personnel féminin.

16 septembre 1864.

SYSTÈME DE CONSTRUCTION

EMPLOYÉ POUR

L'EXÉCUTION

DES FOUILLES ET DES MAÇONNERIES DE FONDATION

de la pile n° 1, du viaduc de Salera,

(TRAVERSÉE DES PYRÉNÉES,)

PAR

M. Ch. LEMAIRE,

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES, DIRECTEUR DES TRAVAUX DE LA TRAVERSÉE DES PYRÉNÉES POUR MM. ERNEST GOUIN ET Cie.

La traversée des Pyrénées, entre les stations d'Olazagutia et de Béasain, comprend, comme on sait, des travaux d'une importance considérable.

MM. Ernest Gouin et Cie de Paris, qui exécutèrent ce travail à forfait en vingt mois, rencontrèrent, tant à cause de la nature du terrain que de la brièveté des délais, des difficultés d'un ordre nouveau pour lesquelles des solutions également neuves durent être cherchées.

Nous nous bornons aujourd'hui à exposer un moyen adopté pour l'exécution des fouilles et des maçonneries de la fondation de la pile n° 1 du viaduc de *Salera*, fondation qui a atteint une profondeur de 22 mètres.

Le viaduc de Salera qui sert à franchir un ravin profond d'environ 21 mètres, compris en deux tunnels, se compose

de trois travées métalliques ayant, celle du milieu 45 mètres de portée et les deux adjacentes, chacune 35 mètres de portée, et, en outre, de huit arceaux en maçonnerie de cinq mètres d'ouverture reliant les culées extrêmes aux travées métalliques.

Le sol de ce ravin est formé d'une coulée d'argile marneuse qui s'est détachée des flancs supérieurs de la montagne et qui couvre, sur une très-forte épaisseur, la formation inférieure du schiste. Cette masse d'argile est dans un état d'équilibre peu stable, à cause de sa grande altérabilité au contact de l'air et de l'eau, ainsi que de la forte déclivité, dans le sens du thalweg, de la roche inférieure, et la moindre surcharge peut la mettre en mouvement, comme on a pu s'en convaincre pendant l'exécution des travaux; il a suffi, en effet, de quelques dépôts de déblais et même de la surcharge momentanée produite par le levage, sur pont de service, des travées métalliques, pour ébranler et lézarder très-profondément toute cette masse.

Il était donc indispensable, dans ces conditions, d'aller chercher appui sur le terrain inférieur pour l'établissement des piles du viaduc à construire.

Dans les fouilles de la pile n° 2 et des arcades extrêmes, le rocher schisteux a été atteint à des profondeurs de 7 à 8 mètres et on a pu, non sans peine à la vérité, les mettre à fond par des moyens ordinaires et en dépensant beaucoup de bois, surtout pour la culée d'amont dont la fouille a failli se fermer entièrement en brisant tous les cadres; mais pour la pile n° 1, où il y avait 22 mètres d'épaisseur d'argile marneuse à traverser pour atteindre le rocher, ce procédé était trop peu sûr et d'ailleurs aussi trop dispendieux.

Avant de décrire le procédé employé, disons qu'il a été mis à exécution sous la direction de M. Bertrand, conducteur principal des ponts et chaussées, attaché à l'entreprise générale pour les travaux essentiels de la traversée des

Pyrénées. C'est au rapport de M. Bertrand que nous empruntons presque mot pour mot la présente note.

Les figures 3 et 4, planche XI, représentent en pointillé le profil de la pile n° 1, la hauteur du terrain naturel et la profondeur de la fouille.

On a commencé par ouvrir, sur l'emplacement de la pile à construire, une petite tranchée dont on voit la coupe longitudinale sur la figure 3; cette petite tranchée avait pour effet principal de réduire la profondeur de l'excavation blindée, tout en disposant la partie supérieure du sol de manière à faciliter l'installation d'un treuil et de ses accessoires.

On a ensuite foncé, suivant le petit axe de la pile, un puits dont la section est représentée par la figure 1. Ce puits qui a en longueur toute la largeur de la pile, se compose de deux compartiments coulentés pour le service des bennes, plus, d'un compartiment intermédiaire servant de case à échelles, et pouvant recevoir, au besoin, un corps de pompe.

Les figures 1, 3 et 4 donnent tous les détails de blindage du puits et de l'installation du treuil avec hangard. Le puits, dont les dimensions sont partout les mêmes, a été descendu jusqu'à 1m50 de profondeur dans le rocher et à la côte 573m84.

Une fois le puits à profondeur, trois mineurs ont attaqué un premier battage *a*, auquel on a donné 2m30 de hauteur et, pour largeur et profondeur, la section de ce même côté de la pile. Le battage en *a* étant terminé, les mêmes mineurs se sont retournés pour exécuter le battage *b* du côté opposé, pendant que trois maçons remplissaient le battage *a*.

Le battage *b* était préparé quand le battage *a* était rempli, et les maçons passaient de *a* en *b* pendant que les mineurs montaient à l'étage supérieur et passaient de *b* en *c*, puis de *c* en *d*, puis de *d* en *e*, et ainsi de suite, les maçons les suivant au fur et à mesure, de manière à n'avoir jamais

qu'un battage vide, et la pile a été ainsi montée, par étages superposés de 2ᵐ30 de hauteur uniforme, depuis la base, à la cote 573,84 jusqu'à la cote 589,94, la tranche supérieure comprise entre les cotes 589,94 et 592,84 ayant été déblayée à ciel ouvert, en dernier lieu.

Tout ce travail s'est fait sans accident, quoiqu'on se soit dispensé de blinder les parois verticales des battages à cause du peu de temps que les battages restaient à l'air. On ne mettait qu'une semaine pour déblayer et maçonner complétement un étage de 2ᵐ30 de hauteur, en travaillant jour et nuit avec trois mineurs et trois maçons par poste de douze heures. Le service du haut du puits employait six à sept hommes par poste. Tout le blindage se bornait à soutenir le ciel de chaque battage, comme on le voit dans le croquis, et les mêmes bois pouvaient servir plusieurs fois, ayant toujours les mêmes longueurs.

Quand les mineurs sont arrivés vers le 3ᵉ ou le 4ᵉ étage, le puits, comme cela était d'ailleurs prévu, a commencé à se tourmenter un peu par suite des tassements successifs du ciel des divers étages, mais il n'en est résulté aucun inconvénient et les déformations ont été facilement réparées. On éviterait, dans un cas semblable, un mouvement du puits en mettant un peu plus de soin dans le déboisage.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la dernière tranche, au-dessus de la cote 589,94, a été déblayée à ciel ouvert : les difficultés considérables que l'on a rencontrées, pour maintenir la fouille ouverte, ont prouvé qu'il eût mieux valu poursuivre jusqu'à la sortie, à la cote 592,84, le système de travail souterrain suivi jusque là.

On a trouvé de l'eau dans la partie inférieure, mais en petite quantité ; s'il s'en était présenté davantage, il eût toujours été facile de s'en débarrasser au moyen de la pompe.

CONSIDÉRATIONS

SUR LE

JAUGEAGE ET LES FROTTEMENTS DES COURANTS D'AIR

PAR

M. A. DE VAUX,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES.

Il reste beaucoup à faire dans l'étude de l'aérage des mines. Les travaux récents de MM. Ch. Hamal, ingénieur principal à Namur et Schorn, sous-ingénieur à Mons (tome XXII des *Annales des travaux publics*), jettent un grand jour sur plusieurs points relatifs à cette matière.

Les expériences dont ils rendent compte mettent en évidence deux faits importants :

1° Perte considérable du travail moteur de la ventilation à raison des résistances éprouvées par le courant dans le parcours des puits;

2° Diminution progressive et inquiétante du volume d'air en circulation, par les filtrations qui ont lieu à travers les massifs destinés à séparer les courants d'entrée et de sortie de l'air.

Pour procéder avec succès à des appréciations de ce genre, il faut pouvoir disposer de moyens sûrs, d'une part,

de constater de très-faibles variations dans les hauteurs motrices, et, d'autre part, de mesurer les volumes d'air qui passent en des points différents de la conduite.

MM. Hamal et Schorn ont paru satisfaits de la sensibilité et de la précision de mon manomètre multiplicateur (indicateur de l'aérage), qui leur a donné la mesure des dépressions à moins d'un dixième de millimètre d'eau.

Quant au jaugeage des courants, ils ont reconnu la difficulté de l'obtenir, avec une exactitude garantie, en suivant l'une ou l'autre des méthodes employées jusqu'ici, et, tout en s'arrêtant au jaugeage par l'éther acétique, ils ont naturellement conservé des doutes sur l'exactitude absolue des résultats (1).

Ces MM. disent à ce sujet dans une note, (page 6 du mémoire), que l'indicateur de l'aérage leur paraît pouvoir servir pour contrôler les diverses méthodes de jaugeage : qu'il suffirait pour cela qu'une porte à guichet se trouvât dans la mine à proximité du lieu de l'observation, et que même un simple rétrécissement, présentant une section régulière, pourrait conduire à ce résultat.

C'est aussi ce que je pense. Je vais même jusqu'à espérer que le jaugeage des courants, par l'indicateur de l'aérage, pourra s'opérer généralement dans toutes les conditions désirables de simplicité et d'exactitude.

Voici le procédé : En un point quelconque d'une galerie ou d'un puits, je ménage, pour le moment de l'expérience, un rétrécissement artificiel dont je règle l'ouverture de manière que le passage de l'air s'y fasse sous une pression constante et faible ($^1/_2$ ou $^1/_4$ de millimètre par exemple). Ayant constaté, à l'avance, la vitesse moyenne d'écoulement que produit cette hauteur motrice dans des sections

(1) Une objection sans réplique s'élève contre l'emploi de la poudre et surtout de l'éther acétique pour le jaugeage des courants faibles, car alors le rapport de la vitesse de propagation spontanée à la vitesse effective du courant peut devenir assez considérable pour ôter toute confiance dans les évaluations.

variant entre certaines limites pratiques (1), je n'aurais plus qu'à multiplier cette vitesse par la surface de l'ouverture pour avoir le volume cherché. La même opération faite sur tout autre point me donnerait par différence la mesure des pertes qui ont lieu entre les deux points comparés.

Mais ce n'est là qu'un détail auquel il me paraît possible de pourvoir sans trop de difficulté; ce qu'il importe d'établir c'est l'utilité qu'on peut retirer de pareilles observations. Il ne s'agit pas seulement d'économiser 100, 200 et jusqu'à 1500 pour 100 du travail moteur employé pour l'aérage, il faut en outre s'assurer si ce grand développement de force suffit pour conduire à toutes les tailles, la quantité d'air nécessaire à la santé et à la sûreté des travailleurs. Il faut savoir suivre un courant dans toute l'étendue de son trajet, depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la mine; savoir constater où et de combien il s'appauvrit ou se renourrit, il diminue ou augmente en volume; il faut, en un mot, mettre en relief tous les défauts cachés de nos moyens de conduite et de distribution de l'air, et rechercher s'ils ne nous donneraient pas, en même temps que le remède, l'explication de maints coups de feu qui viennent nous surprendre!

Tel est le but auquel je vise, et je compte pour l'atteindre sur la coopération active et zélée de tous ceux, ingénieurs ou exploitants de mines, que leur position met à même de me seconder.

Un mot encore pour ceux qui voudront bien se mettre à l'œuvre. Faute de mieux nous appliquons au calcul à priori des résistances au mouvement de l'air dans les puits et

(1) La formule empirique $V = 106\sqrt{\frac{h}{\delta}}$ que j'ai adoptée et reconnue exacte dans quelques expériences, doit être préalablement vérifiée dans les conditions spéciales de l'application que je propose d'en faire au jaugeage des courants d'air. (V vitesse par seconde, h hauteur motrice en eau, δ densité du fluide par rapport à l'air sec à 0°).

galeries des mines, des formules (1) empiriques déduites d'expériences faites en petit, sur des conduites de faibles diamètres et à parois régulières et lisses.

N'oublions pas que l'emploi de l'indicateur de l'aérage peut nous offrir, dans bien des cas, un moyen de vérifier ou de rectifier ces formules pour la catégorie de conduites dont il s'agit, comme aussi d'apprécier par l'observation, l'influence des coudes brusques ou arrondis, et des obstacles divers qui se rencontrent assez habituellement dans le trajet de nos courants d'air.

Octobre 1864.

(1) Ces formules sont $h = \frac{Q^2 (L + 47\,D)\,\delta}{441{,}000\,D^5}$ ou $h = \frac{Q\,P\,L\,\delta}{2{,}560{,}000\,A^3}$ selon que la galerie de longueur L est circulaire de diamètre D, ou prismatique de section A et de périmètre P, Q exprimant en mètres cubes le volume écoulé par seconde.

MINES.

NOTICE

SUR LE

CREUSEMENT

D'UN PUITS A TRAVERS LES TERRAINS AQUIFÈRES

DE LA CONCESSION

Ruhr & Rhein, près Ruhrort (1),

PAR

MM. A. PELTZER & A. GREINER,

ÉLÈVES-INGÉNIEURS.

La concession de la société s'étend près de Ruhrort, dans l'angle formé d'un côté par le Rhin et de l'autre par la Ruhr.

Avant d'atteindre le terrain houiller, on doit traverser sur 82 mètres une série de couches plus ou moins meubles, offrant les plus sérieuses difficultés au creusement d'un puits. Ces difficultés sont telles que plusieurs autres sociétés, telles que Vulcan, Medio-Rhein, Homberg, Neu-Duisburg se sont vues dans la nécessité d'interrompre leurs travaux. Ruhr et Rhein seul a persévéré sous l'habile direction de M. Mainzhausen, et l'on peut aujourd'hui, se féliciter du succès de cette belle entreprise.

Nous nous proposons dans cette notice, d'indiquer les différentes phases de ce travail.

Les opérations de sondage donnent la coupe suivante des terrains à recouper avant d'atteindre le terrain houiller :

(1) Extrait d'un rapport sur un voyage en Allemagne, en septembre-octobre 1863.

Coupe des terrains à traverser.

	Profondeur.	Puissance.	
	m	m	
ALLUVION.	3,61	3,61	argile.
	4,08	0,47	argile bleue.
	4,78	0,70	gravier ferrifère.
	7,29	2,51	gravier grossier avec troncs d'arbres.
	13,57	6,28	sables du Rhin avec troncs d'arbres.
	14,68	1,11	gravier avec grosses pierres.
	18,13	3,45	sable ferrifère.
SYSTÈME SÉNONIEN.	33,98	15,85	greensand.
	43,71	9,73	argile bleue.
	44,02	0,31	argile grise.
	45,69	1,67	argile bleue.
	61,06	15,37	greensand.
	62,11	1,05	argile grise.
	62,84	0,73	argile blanche.
	64,83	1,99	argile bleue.
	66,24	1,41	argile brune grisâtre.
SYSTÈME NERVIEN.	70,19	3,95	sable
	81,33	11,14	marne verte.

Terrain houiller.

Les couches supérieures d'une puissance de 18^m,13 appartiennent aux alluvions du Rhin, avec une petite partie pouvant être rapportée au diluvium.

En dessous, viennent du greensand et des argiles que l'on rapporte à la formation de la craie sénonnienne et qui s'étendent sur une hauteur de 48^m,11.

Les couches inférieures au sénonien, composées de marne verte très-compacte se rapporteraient alors au système nervien, reposant immédiatement sur le terrain houiller.

Nous diviserons ce travail en trois périodes, d'après la nature même des opérations du creusement :

I. *Descente de deux tours en maçonneries.*

II. *Descente de plusieurs revêtements pour traverser les couches argileuses atteintes par les tours : essai de deux tonneaux en bois; essai d'un tonneau en fer; essai d'un cuvelage en fonte.*

III. *Descente d'un revêtement en fonte par la méthode de dragage à niveau plein.*

Nous nous attacherons à donner avec quelques détails, la description de ce dernier travail, car il se distingue à la fois par une simplicité et une sûreté de moyens remarquables, et serait éminemment propre à être appliqué dans le Hainaut et le nord de la France, où des terrains secondaires moins puissants qu'à Ruhrort recouvrent des richesses houillères considérables et en ont rendu jusqu'aujourd'hui l'exploitation impossible.

Le système de forage employé à Ruhrort et avant cela à Alsdorf, près d'Aix-la-Chapelle et à Homberg près Meurs, ne convient que dans des terrains *peu résistants et homogènes*; dans tout autre cas, il faut *battre*.

Ire PARTIE.

DESCENTE DE DEUX TOURS EN MAÇONNERIE.

Les travaux du creusement du puits Ruhr et Rhein ont commencé en l'année 1856. On adopta pour le fonçage le système généralement suivi dans le pays pour traverser les morts-terrains, particulièrement le sable boulant au *fliess-sand*, consistant à faire descendre une tour en maçonnerie avec un sabot en fonte à la partie inférieure.

Nous n'entrerons pas dans les détails de la construction des tours et de la marche du travail, parce qu'ils n'ont guère présenté de différence avec ce qu'on a fait dans plusieurs autres occasions. (Voir Ponson, *Traité de l'exploitation des mines de houille*, tome Ier, page 492).

Nous nous contenterons d'indiquer les points principaux de cette première période du creusement.

Le travail se faisait à niveau plein. Au commencement, on laissait prendre aux eaux leur niveau naturel dans le puits, mais arrivé à la profondeur de 15 à 20 mètres, la manœuvre des dragues à la main devenant pénible, à cause de leur longueur, il fallut épuiser, du moins en partie. On tenait la tête des eaux à 10 pieds au-dessous d'un palier de travail établi à mi-hauteur, en épuisant les eaux du fond par une tonne ordinaire.

C'était ce qu'on appelle un *système mixte*, draguage avec épuisement partiel.

La première tour avait $8^m,40$ de diamètre intérieur sur une épaisseur de $0^m,83$ et elle descendit, sans grandes difficultés, jusqu'à une profondeur de $23^m,44$, dans une forte couche de greensand (février 1857). Ici, elle refusa d'avancer et on fut contraint de construire une tour intérieure à la première et qui n'avait plus qu'un diamètre de $5^m,81$ sur une épaisseur de $0^m,55$.

Cette seconde tour descendit encore de 7m,69 et pénétra légèrement dans un banc d'argile bleue où il fut impossible de la faire avancer davantage. On était arrivé à une profondeur totale de 31m,40 soit 100 pieds (1).

Une troisième tour rétrécissant trop le diamètre du puits, sans cependant assurer le succès, on y renonça pour adopter un autre mode de travail. Du reste, avec le système de draguage à la main, l'emploi d'une troisième tour était impossible, à moins de tenir le niveau des eaux à une plus grande profondeur, ce que l'on n'eût pu faire.

La seconde tour n'avait été élevée que sur 14m,13 de hauteur, et ce ne fut que dans la suite qu'elle fut continuée jusqu'à l'orifice du puits. Provisoirement, l'intervalle entre les deux tours fut fermé par des planchettes en bois jointives qui, tout en arrêtant la venue des sables, permettaient l'épuisement des eaux.

Sous la seconde tour, l'affluence des sables et de la boue était si grande et si continue que la mise à sec du puits au moyen des pompes était tout-à-fait impossible ; il n'y avait donc d'autre moyen que de boucher complétement le fond.

A cet effet, des tuyaux de pompe furent placés entre les deux tours en maçonnerie afin d'épuiser autant que possible les eaux existant au niveau supérieur du greensand. On diminuait d'autant la pression de l'eau sur le fond et on parvenait à l'équilibrer complétement au moyen d'une forte couche de gravier de 4m,16 de haut, qui laissait filtrer l'eau, mais arrêtait les sables et détruisait la violence des venues.

Au-dessus de cette couche, on établit un tamponnage complet au moyen de madriers jointifs, maintenus contre le gravier par des poussards verticaux étayés eux-mêmes contre d'autres poutres supérieures. On ménageait naturel-

(1) La plus grande profondeur atteinte avec les tours en maçonnerie est de 240' 8' = 75m,50 à Homberg.

lement la place pour des tuyaux de pompe devant servir à épuiser les eaux qui pouvaient filtrer. (Mai 1861.)

Il s'agissait alors de continuer le creusement; la tour était, comme nous l'avons dit, arrêtée près d'un banc d'argile bleue compacte de 9^{m},72 de puissance et atteignait la profondeur de 31 1/2 mètres environ. On supposait que cette assise serait assez compacte pour permettre une liaison avec un revêtement étanche, à une faible profondeur.

Mais, comme nous le verrons dans le paragraphe suivant, cette argile donnait passage aux eaux et aux sables; il fallut remplir de gravier le fond du puits, et ce n'est que la troisième rangée de palplanches (le tonneau en fer) qui put descendre assez bas pour atteindre la couche argileuse.

IIe PARTIE.

DESCENTE DE REVÊTEMENTS EN BOIS, EN FER, EN FONTE.

Cette période transitoire du travail présente plusieurs phases :

1° Essai de deux tonneaux en bois.
2° Essai d'un tonneau en fer.
3° Essai d'un cuvelage en fonte.

I. *Descente de deux tonneaux en bois.*

La construction du premier tonneau n'offrit pas grande difficulté. Autour de cinq cercles en bois de 5^{m},41 de diamètre, distancés l'un de l'autre de 1^{m},00 furent juxta-posées les palplanches en bois qui mesuraient 5^{m},35 de long et offraient une largeur de 0^{m},10 sur une épaisseur de 0^{m},75. Les cercles ne devaient servir que de guides et de renforts.

Le tonneau achevé, on remplit l'intervalle existant entre celui-ci et la maçonnerie d'argile assez fortement battue (fig. 1, pl. XII).

Le travail proprement dit, commença alors. La descente

des palplanches s'opérait à l'aide d'un mouton en bois de 150 à 200 kilog. soulevé à une hauteur de 2 mètres, au moyen d'une corde passant sur une poulie fixée à la charpente supérieure.

Au commencement, les pieux avançaient sans trop de peine. Mais bientôt il se produisit un tel tassement dans le gravier, que la descente des palplanches offrit les plus sérieuses difficultés. Il y avait en outre à craindre un soulèvement brusque du plancher.

On parvint à remédier à cet inconvénient en forant des trous de sonde disposés en cercle à l'intérieur du tonneau. Ces trous, au nombre de 18 à 19, espacés de 15 à 20 centimètres, avaient pour but de déterminer un espace vide où le gravier, pressé par les pieux, pouvait se loger. On les forait au moyen de tarières jusqu'à $0^m,75$ en dessous du sabot des palplanches.

Par ce moyen, et en se servant d'un mouton plus puissant que précédemment, pesant 250 à 300 kilog., on parvint à faire descendre les palplanches de quelques pieds.

Pour reconnaître le terrain et être parfaitement fixé sur sa nature, quatre des trous de sonde furent continués jusqu'à la couche d'argile. Ce travail fait, on enleva le gravier sur $3^m,10$ afin de diminuer d'autant la pression s'opposant à la descente du tonneau.

Les figures 2 et 3 indiquent la marche suivie :

La partie du milieu *e* a d'abord été enlevée avec les plus grandes précautions et en opérant sur toutes les faces du puits un bouchage aussi complet que possible au moyen de fendrilles jointives et de petites palplanches.

On soutint le nouveau plancher par des supports contre les bois de charpente *B* placés en travers.

On entreprit eusuite l'enlèvement de la partie *a* de la même manière et soutenant de nouveau le plancher contre les pièces *B*. On continua de la sorte dans l'ordre des lettres indiquées *b c d*.

Le travail de la descente des palplanches fut alors repris et on se servit de nouveau du mouton.

On s'assura bientôt de ce fait que la difficulté de descente des palplanches, résidait bien plutôt dans le frottement de celles-ci les unes contre les autres, que dans la résistance qu'opposait la couche de gravier à laisser traverser le tonneau. Aussi, afin de diminuer jusqu'à un certain point cet énorme frottement, se servit-on d'une double presse, disposée de façon à maintenir les pieux extrêmes en place, tandis que l'on chassait ceux du milieu.

Le jeu de ces presses est facile à saisir. Deux pièces de bois *A* et *A* (fig. 4 et 5) placées horizontalement sont pressées contre le tonneau au moyen d'un système de vis qui, d'un côté, agit directement et de l'autre par l'entremise des poutres *B*.

Chacune des pièces *A* s'appuie sur deux palplanches qui, écartées par la pression exercée, laissent ainsi plus de jeu aux cinq ou six pieux intermédiaires sur lesquels on fait agir le mouton.

Tout en s'aidant de la presse comme auxiliaire pour l'avancement des palplanches, on ne négligeait pas le forage des trous de sonde, qu'on avait soin de maintenir toujours à $0^m,75$ en dessous des pieux.

En employant des moutons de plus en plus puissants, on parvint à descendre de $3^m,53$ dans la couche de gravier qui, comme on le sait, avait une hauteur de $4^m,16$.

Il restait donc encore 2 mètres à traverser avec les palplanches avant d'arriver au banc d'argile. Au moyen d'un mouton de 1,000 kilog., on réussit à descendre de $0^m,30$ en dessous de la tour, mais alors on s'aperçut que le tonneau était assez fortement incliné d'un côté et qu'un grand changement s'était produit dans le parallélisme des palplanches.

Une descente dans ces conditions étant devenue impossible, on reprit l'enlèvement du gravier sur 1 mètre, ce qui, tout en supprimant une grande partie de la résistance,

permettait d'examiner plus attentivement la descente du tonneau.

Le mode de travail fut le suivant, (fig. 6 et 6'): les 5 petits puits *a*, *b*, *c*, *d*, *e* d'environ 1 à 1^{m},50 de large furent d'abord creusés et bouchés hermétiquement sur toutes les faces à l'aide de fendrilles et de petites palplanches.

Les parties *f*, *g*, *h* furent ensuite enlevées et on supprima les parois du petit puits *a*.

On opéra de la même façon pour les parties *i*, *k*, *l* et le petit puits *e*.

Dans les deux cas, on recouvrit les quatre parties par un plancher commun solidement construit.

Les parties *m*, *n* furent enlevées en dernier lieu et le plancher qui recouvre tout le fond du puits fut consolidé par deux poutres disposées en travers, laissant entre elles un espace où pouvaient se loger les tuyaux de pompe.

On descendit de cette manière à 1^{m},14 en dessous de la tour en maçonnerie, en ayant soin de renforcer le tonneau par de nouveaux cercles en bois.

On constata alors qu'une descente plus grande des palplanches était impossible, vu le mauvais état du tonneau.

Des dispositions furent immédiatement prises pour en faire descendre un autre, et comme l'intervalle entre la tour et la maçonnerie et le premier tonneau était assez grand, on put donner au nouveau un diamètre plus considérable qu'à l'ancien.

Quelques opérations préparatoires précédèrent ce travail.

On ferma d'abord les tuyaux de dégorgement se trouvant dans la seconde tour en maçonnerie et qui y avaient été placés afin de donner passage à l'eau et de diminuer ainsi la pression latérale durant la descente.

Malgré cela, cette construction de tour, avec gargouilles laissées ouvertes dans le bas, n'est pas un exemple à suivre, il fallait au contraire éviter toute ouverture dans la partie inférieure de la tour.

Le tonneau fut percé aux différents points correspondants à l'emplacement des tuyaux dans la tour. Des picots en bois furent chassés dans ces orifices, et on les fit pénétrer dans les tuyaux du mur à l'aide du mouton.

La résistance à l'entrée dans ceux-ci étant énorme, on fit des picots de trois pièces introduites ensemble dans l'ouverture, mais chassées tour à tour.

Pour se mettre en garde contre une arrivée trop forte d'eau et de sable par le fond, on jeta sur le plancher du tonneau une couche de gravier de 0m,50 de haut et on la recouvrit d'un nouveau plancher très-solide de même construction que les précédents.

Les palplanches en bois furent alors coupées précisément à la hauteur de ce plancher et on put procéder à une fermeture définitive des tuyaux, opération qui s'exécuta facilement en chassant des petits picots en fer dans ceux en bois, puis recouvrant chaque tuyau d'un couvercle en fer.

Enfin l'intervalle entre le mur et le tonneau n° 1 fut provisoirement fermé pour empêcher une venue des sables; on y chassa des petites planchettes en bois jointives qui furent calfatées avec le plus de soin possible.

Le nouveau tonneau avait été construit durant ce temps et on le descendit jusqu'au plancher supérieur, en ayant soin de remplir d'argile fortement tassée, l'espace qu'il laissait libre avec la tour en maçonnerie.

Sauf les dimensions, ce tonneau était identique au premier. Son diamètre était de 5m,56; les pieux munis à la partie inférieure d'un petit sabot en fer avaient 3m,27 de long sur 0m,18 de large et 0m,01 d'épaisseur.

On commença le travail de descente du tonneau en enlevant les planchettes disposées entre le tonneau n° 1 et la tour. L'affluence de sables et de boues fut terrible, et il fallut un travail très-rapide pour faire descendre les palplanches qui bouchèrent tant bien que mal l'espace laissé libre entre les deux tonneaux.

Au commencement, les pieux furent chassés dans les parties où la pression ne semblait pas si forte et on se contenta d'employer un mouton-à-main. Du côté de l'ouest où le tonneau n° 1 s'était incliné la pression étant énorme, on se vit dans la nécessité d'employer, dès l'abord, un mouton suspendu.

Le travail fut continué lentement, mais la pression devenant de plus en plus forte on dut soutenir le second plancher du tonneau n° 1 par des montants solides contre le mur en maçonnerie.

Les anciens pieux qui avaient encore 1 à 1m,50 de long furent enlevés par des vis-à-main, et les pompes furent soutenues à la partie supérieure par des poutrelles.

Le travail au mouton continuant, les palplanches descendaient de 0m,30 sous l'ancienne position du tonneau n° 1.

Mais la résistance devint encore cette fois si grande, qu'on fut obligé d'enlever le second plancher, ainsi que la couche de gravier, et de faire des trous de sonde.

On s'aperçut alors que le tonneau avait beaucoup souffert, qu'il était sorti de la verticale et qu'il fallait abandonner l'espoir de le faire descendre à une profondeur plus grande.

II. *Descente d'un tonneau en fer.*

M. Mainzhausen remplaça alors les palplanches trop faibles en bois par des palplanches anglaises en fer formant un tonneau de 5m,02 de diamètre.

Les pieux avaient 3m,75 de long, 0m,20 de large sur 0m,026 d'épaisseur. Chacun était muni d'un trou à la partie supérieure pour y passer une corde servant à sa descente dans le puits. De petites bandes de fer de 3m,45 de long sur 0m,065 de large réunissaient les pieux entre eux. (Fig. 7 et 7'.)

Des cercles en bois, au nombre de cinq, furent disposés dans l'intérieur du tonneau en bois afin de guider les pal-

planches en fer, et l'intervalle entre les deux revêtements fut encore rempli d'argile comme dans le cas précédent.

En outre, on disposa des coins entre le tonneau n° 2 et la tour, afin de donner un appui suffisant aux cercles en bois et de maintenir la verticalité des palplanches.

Du côté de l'ouest, où la pression avait toujours été la plus forte et où aussi les pieux en bois avaient le plus souffert, on creusa de petits puits afin de mettre à découvert les parties brisées du tonneau et les empêcher de contrarier la marche du revêtement en fer. Les palplanches de ce dernier étaient descendues au fur et à mesure de l'avancement des petits puits et on essaya de faire usage de presses au lieu de moutons.

Le travail marchait bien au commencement, mais à mesure que les pieux descendaient, la pression contre le fond devenait de plus en plus énergique.

Le 25 janvier 1862, au matin, les coins que l'on avait disposés entre la tour et le tonneau en bois se brisèrent et le sable et la boue arrivèrent en masse. Le plancher lui-même ne pouvait résister à l'énorme pression qui se faisait sentir, il s'arrondissait de plus en plus et bientôt les deux tonneaux finirent par se soulever. On chercha à les fixer par des poutres contre le mur en maçonnerie et on voulut contrebalancer la force soulevante en jetant du gravier au fond du puits, mais tous ces faibles moyens ne parvenaient pas à détruire la violence de la pression, et à 10 heures du soir, l'irruption des eaux et du sable eut lieu, accompagnée d'un fracas épouvantable. La fig. 8 représente assez bien l'état du puits après cette catastrophe.

La sonde qu'on fit descendre immédiatement indiquait du sable sur une hauteur de $7^m,25$ dans le puits. Il s'agissait de réparer l'accident.

On procéda à l'enlèvement des pompes et à l'extraction des pièces de bois brisées hors du gravier et du sable qui remplissaient le puits ; mais à peine les premières disposi-

tions étaient-elles prises qu'une inondation terrible eut lieu par suite d'une crue extraordinaire du Rhin. L'eau remplissait tout le puits et s'élevait environ de $1^m,50$ à 2^m au-dessus du niveau du sol. Cet état de choses dura 6 à 7 jours, après quoi les eaux se retirèrent lentement; et comme le retrait des eaux du puits avait lieu simultanément avec la baisse des eaux du fleuve, on put en conclure à l'existence d'une communication souterraine entre elles.

Après cette nouvelle catastrophe, le conseil d'administration de la société décida, à la majorité, que le creusement ultérieur se ferait *par l'air comprimé* afin d'opposer aux eaux et aux sables qu'elles entraînent une pression que ne pouvaient supporter ni les planchers ni le gravier du fond.

Le conseil permettait toutefois au directeur de continuer le travail par palplanches en attendant que les appareils pour l'air comprimé fussent construits à Seraing. M. Mainzhausen en profita pour s'assurer si les accidents que nous avons signalés avaient dérangé le tonneau en fer; il fit épuiser les eaux, enleva les matières amenées par l'inondation, et, arrivé au fond, il établit un plancher plus solide et plus fort encore que les précédents. Heureusement les tonneaux n'étaient pas sortis de leur position verticale, de sorte que l'on put reprendre le travail du creusement sans le secours de l'air comprimé.

Au lieu de continuer à se servir de presses, on fit de nouveau usage de moutons en bois et on parvint à descendre de $1^m,50$, en ayant soin de bien boucher, au moyen de toile, l'intervalle entre le plancher et le tonneau en fer. Mais bientôt les anciennes difficultés se présentèrent encore : on dut employer un mouton en fer de 450 kilog; on parvint ainsi à faire pénétrer de $0^m,75$ le tonneau dans l'argile.

Pendant la descente, on s'aperçut que la pression de bas en haut avait considérablement diminué, mais qu'en revanche la pression latérale de l'extérieur vers l'intérieur,

avait augmenté d'autant plus. Le tonneau n'offrant plus la résistance suffisante, on fut obligé, pour le renforcer, de disposer des cercles en bois de 0^m,17 d'épaisseur, à des distances de 0^m,30 en 0^m,30, maintenus eux-mêmes écartés par des pièces verticales disposées symétriquement.

Malgré ces précautions, le tonneau ne garda pas une forme régulière, et à la fin de la descente il avait la forme indiquée fig. 9, pl. XII. L'inclinaison était également devenue assez forte, elle atteignait 3° du côté de l'ouest et 1 3/4° du côté de l'est.

III. *Descente d'un cuvelage en fonte.*

Cependant le tonneau en fer ayant pénétré dans l'argile, on n'avait plus désormais à craindre l'arrivée des sables et on se décida à changer complétement le mode de travail suivi depuis quelques mois. Il fut convenu qu'on continuerait l'avaleresse au moyen d'un cuvelage en fonte; malheureusement, à cause de l'inclinaison des palplanches, il ne put recevoir qu'un diamètre de 4^m,25.

Les tubbings, au nombre de 10 sur la circonférence, avaient une hauteur de 0^m,30 sur 0^m,052 d'épaisseur et portaient à l'extérieur une nervure afin d'obtenir une certaine liaison avec le terrain. Un sabot en fer fut boulonné à la partie inférieure du cylindre et l'espace entre celui-ci et le tonneau fut rempli d'argile. Le diamètre des tubbings étant de 4^m,25, il restait de chaque côté un espace libre de 0^m,058 en moyenne pour l'argile.

La descente du cylindre en fonte s'effectua d'abord par 12 vis de pression, mises chacune en mouvement par trois hommes. Deux ou trois ouvriers facilitaient la descente en enlevant l'argile tout autour du sabot.

Le travail marchait bien; en peu de temps le cylindre était descendu de 1^m,60 (fig. 10, pl. XII). Le terrain étant devenu assez consistant, on jugea que le sabot était inutile

et qu'on pouvait sans crainte continuer le creusement en ajoutant successivement les tronçons par en-dessous.

La pose des deux ou trois premiers tronçons réussit parfaitement. Une venue d'eau sous le tonneau en fer occasionna un léger arrêt; on fut obligé de monter le cylindre à la hauteur des palplanches en fer et de remplir l'espace laissé entre les deux par du ciment hydraulique. Une fermeture complète étant ainsi produite, on continua les travaux de creusement comme précédemment.

On établissait un contact intime entre le cylindre et le terrain au moyen de mousse que les tubbings venaient fortement comprimer. Pour obtenir un contact encore plus parfait, on employa une petite pompe au moyen de laquelle on injectait du ciment à travers des trous forés dans les tubbings, lequel se logeait dans les moindres creux du terrain tout alentour.

En descendant successivement les tronçons de cuvelage, on atteignit une profondeur de 38 mètres environ dans le banc d'argile bleue de 9^{m},73 de puissance. On y établit un tronçon de forme spéciale appelé *fausse trousse c c* (fig. 11), qui donne à la colonne supérieure une assise stable contre le propre poids du cylindre. Puis on bétonna l'espace resté libre entre la deuxième tour et le cuvelage.

Quelque temps après on trouva dans un petit banc d'argile compacte, une assise convenable pour y établir une trousse à picoter en bois *a* de 0^{m},30 (fig. 12, au-dessus de laquelle on en disposa une autre en fonte *b* que l'on picota également. Puis on éleva trois à quatre rangées de tronçons en muraillant et bétonnant tous les vides entre ceux-ci et le terrain. Enfin, au-dessous de la trousse en bois, on boulonna un dernier tronçon parfaitement lié au terrain par un ciment qu'on avait introduit par des trous forés à cet effet.

La profondeur totale du puits était en ce moment de 41 mètres (environ 130 pieds). Nous ferons remarquer ici

que l'inspection du plan du puits (fig. 13) montre que les deux tours en maçonnerie et le cuvelage en fonte ne sont pas concentriques.

Les deux tours avaient, en effet, dévié de la verticale pendant leur descente, et il en résultait qu'il fallait tenir compte de cette déviation dans la pose des tronçons successifs, afin d'avoir partout une épaisseur uniforme de revêtement.

Pour retenir complétement les eaux du fond, on jugea convenable d'élever le cuvelage en fonte jusqu'au sommet de la deuxième tour en le consolidant par un muraillement entre son extrados et l'intrados de la tour en maçonnerie. On continua à élever ce mur jusqu'au niveau des grandes eaux du Rhin, c'est-à-dire à 1m,75 au-dessus de la première tour.

Son épaisseur est 0m,60 en moyenne, et son diamètre intérieur de 5m,81, de sorte qu'il restait encore une place suffisante pour le cuvelage cylindrique de 4m,25, dans le cas où il eût fallu le monter jusqu'au jour.

Le ciment employé pour la maçonnerie se composait de

2 parties trass.
1 partie chaux.

De deux en deux mètres on laissait dans la maçonnerie des anneaux en bois pour y clouer des planches servant à poser les pompes.

Ce muraillement terminé, tout était dans les meilleures conditions possibles et on s'occupait de calfater les joints des tubbings, quand, tout-à-coup, sans aucune raison apparente, une venue formidable d'eaux et de sables vint à se déclarer et ne tarda pas à remplir le puits (27 avril 1862). On fit aussitôt jouer les pompes, mais elles furent bientôt mises hors de service par l'affluence des sables qui les encrassaient.

On ne savait à quelle cause attribuer ce nouvel accident. M. Mainzhausen, après avoir épuisé les eaux à travers une

couche de gravier de 12 pieds qu'il avait fait jeter dans le puits, fit forer les 30 tronçons formant cercle à un pied au-dessus du gravier.

Il arriva alors ce fait singulier que M. Mainzhausen avait soupçonné : pas un seul des trous ne donnait de l'eau. Il fallait donc supposer que les nouvelles venues d'eaux, de boues et de sables ont leur origine dans des couches inférieures non encore traversées, ce qui fut encore confirmé par cette circonstance que, un mois après l'accident, les eaux, à l'intérieur, remontèrent encore à $1^m,70$ au-dessus du niveau des eaux extérieures. De plus, l'un des niveaux montait quand l'autre baissait, ou restait stationnaire, ce qui est une preuve de leur indépendance (fig. 14).

Cet accident, survenu au commencement du mois de septembre 1862, changea complétement la marche des travaux.

Le comité de direction décida que le foncement ultérieur du puits se ferait *à niveau plein, par draguage avec un cylindre descendant en fonte.* C'est ce travail que nous nous proposons de décrire dans cette dernière partie du creusement.

IIIe PARTIE.

DESCENTE D'UN CUVELAGE EN FONTE PAR DRAGUAGE.

Nous décrirons : I. Le cuvelage en fonte.
II. L'appareil de draguage.
III. La marche du travail.

I. *Cuvelage en fonte.*

La pose du cuvelage nécessitait quelques opérations préliminaires. Il fallait d'abord retirer tout le gravier à l'aide de petites dragues, afin de repêcher les briques, planchettes, fragments d'outils tombés au fond pendant la construction du revêtement en maçonnerie, débris qui eussent pu contrarier la descente du cylindre.

Le gravier enlevé, on voulut encore faciliter la pénétration du cylindre dans le terrain, en creusant tout une couronne annulaire sous le dernier tronçon de cuvelage à l'aide d'une drague ordinaire à la main.

Ces opérations terminées, le fond du puits étant parfaitement nettoyé, il s'agissait de le combler d'une nouvelle couche de gravier, sur laquelle on établirait ensuite le sabot du cylindre descendant.

Auparavant, on éleva les eaux à l'intérieur à 3m50, au-dessus du niveau des eaux extérieures, de telle sorte qu'il en résultait une pression de 1/3 atmosphère sur le fond, qui contrebalançait toute venue inopinée de sables. On combla alors le puits de couches successives de mousse, d'argile et de gravier jusqu'à une hauteur de 5m00; après quoi on put enlever l'eau de l'intérieur au moyen d'un syphon, puis d'une pompe de 0m49 de diamètre.

Pendant ce temps, on arrangeait la machine d'extraction à quelques mètres du puits sur un petit monticule provenant des déblais du puits et on faisait en sorte qu'elle put servir à la fois à la descente du cylindre par tronçons successifs de 10,000 kilog. et à la manœuvre de la drague dans le travail du forage qui allait suivre.

Cependant la couche de mousse et de gravier semblait trop faible, car en continuant l'épuisement, les sables affluèrent encore. Il fallut jeter une nouvelle couche de gravier de 4m40 pour pouvoir reprendre l'épuisement des eaux.

Toutefois on n'attendit pas que le puits fut complétement à sec pour descendre le sabot et les nouveaux tubbings. Le niveau des eaux était à 22 mètres sous sol que déjà on descendait par le câble d'extraction une première série de tronçons tout picotés, formant cercle au nombre de 10 avec un sabot inférieur. La figure 1, pl. XIII représente cette série de tubbings.

En même temps on montait au jour une deuxième série

de deux anneaux de cuvelage et on s'occupait à monter une troisième série semblable sur un échauffaudage établi au-dessus de l'ancien cuvelage.

En moins de trois jours et trois nuits, les ouvriers étaient parvenus à préparer et à descendre ces trois tronçons et à donner une assise stable à 5^{m}65 de cuvelage (2 janvier 1863).

La pose du sabot ne s'était cependant pas faite sans difficultés. Au sud du puits, un fort épanchement de sables s'étant produit, ceux-ci vinrent se refouler de l'est et de l'ouest en formant au sud un véritable entonnoir. A la partie nord du puits, au contraire, une venue de sables semblables était sans cesse enlevée par les pompes. Ce sol inégal contrariait beaucoup la pose définitive du sabot. Il arriva inévitablement qu'il pencha d'un côté, s'appuyant sur l'ancien cuvelage. Après qu'on l'eût redressé, on boulonna dessus les deux autres tronçons dont la pose exigea encore l'emploi de vis et de presses pour les redresser.

Sur ces trois premiers tronçons on en établit sans peine quelques autres. La fig. 1, planche XIII, montre la pose de ces tubbings. Or, à mesure que l'on plaçait tronçon sur tronçon, le poids de toute la colonne augmentait, et il arriva qu'après la pose du onzième tronçon, le cylindre fut entraîné par son propre poids et descendit d'un coup de 6^{m}10, en disparaissant sous la surface des eaux.

Le travail, en lui-même, était fort simple : au jour, on montait un anneau de cuvelage, on le picotait, on le faisait descendre à l'aide du câble, on le boulonnait sur le précédent et enfin on picotait soigneusement le joint.

Le cylindre a 3^{m}80 de diamètre intérieur avec 10 tubbings sur la circonférence, ayant trois pieds de hauteur, 0^{m}035 d'épaisseur, c'est-à-dire 0^{m}008 en moins que le sabot, afin d'avoir le moins de contact possible entre le terrain et le cylindre. Les picots horizontaux ont 0^{m}01, les autres 0^{m}005 et le sabot est construit de telle façon qu'on peut plus tard venir le rejoindre par en bas, lorsqu'on aura atteint le ter-

rain houiller ; il n'y aura qu'à enlever la partie inférieure et les petites consoles du bourrelet pour pouvoir boulonner.

Les divers tronçons furent montés avec rapidité et ce travail dura environ un mois, jusqu'au 3 février.

On s'occupa alors des préparatifs nécessaires au fonçage à niveau plein, lequel commença le 27 du même mois.

II. *Appareil de draguage.*

L'appareil de draguage se compose de quatre parties :

A. *La drague* proprement dite qui sert à forer le puits.

B. *Les tiges* qui servent à suspendre la drague et à l'allonger à mesure qu'elle descend.

C. *Le guide circulaire* qui sert à maintenir les tiges dans l'axe.

D. *Le manége* que les chevaux mettent en mouvement.

A. DE LA DRAGUE.

La drague est composée de deux parties distinctes, l'une invariable, l'appareil dont le but est de donner à la drague entière une rigidité convenable, nécessaire au bon mouvement des couteaux ; l'autre partie variable qui comprend les couteaux et les sacs qu'on peut placer à volonté dans une position quelconque par rapport à l'axe de l'appareil.

Le montage de la drague se comprend par l'inspection de la fig. 2, pl. XIII. On voit que des fers d'angle solides sont assemblés de manière à former d'abord un rectangle : une certaine hauteur était nécessaire pour guider parfaitement au bas les deux couteaux. Puis d'autres fers formant diagonales recroisent les premiers et se boulonnent sur la tige même. Celle-ci est en excellent fer aciéreux d'une longueur de $6^{m}48$, et une épaisseur de $0^{m}096$.

En ce qui concerne les couteaux, on en distingue de deux pièces : leur forme est un peu différente, mais

leur position diffère complétement. Ce sont des bandes d'acier de qualité supérieure recourbées, comme on voit fig. 2, et aiguisées sur une partie seulement de leur pourtour.

Les couteaux horizontaux s'attachent à l'aide de boulons aux fers d'angle de la base de la drague et leur tranchant est la partie *a b* inférieure (fig. 2).

Les couteaux verticaux sont fixés aux fers de montage par des liens quelconques et le tranchant est plutôt la partie latérale *a b* (fig. 3).

Le mode de forage de ces deux couteaux est tout différent. En effet, le premier pénètre en descendant, et enlève des bandes coniques sur toute la largeur du puits. Le second, au contraire, enlève des bandes cylindriques de plus en plus profondes sur un rayon donné (fig. 4). Il en résulte que pour arriver à un forage complet, il faut déplacer successivement le couteau et le mettre dans toutes les positions à partir du centre jusqu'à la circonférence. Cette perte de temps semble être un désavantage pour cette espèce de couteau, mais il est à remarquer que le remplacement des couteaux est une opération fréquente pendant le travail : ils s'usent assez rapidement et se dérangent assez souvent de leur véritable position.

M. Mainzhausen préfère les couteaux verticaux quand il faut entamer l'argile compacte que les autres ne parviennent pas à trancher : ils s'usent vraisemblement plus régulièrement que ces derniers chez lesquels l'usure doit varier de la circonférence au centre.

En ce qui concerne les sacs, ils ont été confectionnés de diverses manières :

Le sac le plus simple que l'on adopte aujourd'hui pour les couteaux verticaux est en toile goudronnée, renforcée de lanières de cuir et ouvert aux deux bouts (fig. 5). L'ouverture supérieure est cousue au pourtour du couteau. L'autre est fermée par une ficelle qui traverse une série de

trous percés dans le cuir. Quand on retire le sac, un coup de canif à travers la ficelle suffit pour ouvrir le fond, et la matière tombe dans un wagon disposé en-dessous à cet effet.

Il y a quelques mois M. Mainzhausen avait imaginé un sac-porte-monnaie très-ingénieux. Il était fermé à la partie inférieure par deux charnières en fer semblables aux fermetures des porte-monnaies (fig. 2). En enlevant une clavette, on pouvait ouvrir la serrure et vider sans peine le sac par en bas. Cependant cet appareil n'a pas fonctionné longtemps : la serrure s'étant détachée, il fallut assez de temps pour la repêcher. Afin de se garder de pareils arrêts, dans un travail qui demandait à être mené d'une façon rapide, on ne fit plus usage de cette espèce de sac.

B. DES TIGES.

Les tiges en fer aciéreux ont 6m28 (20 pieds) de longueur et 0,096 d'épaisseur. Leur section est carrée. La résistance que les couteaux ont éprouvée dans leur rotation a été telle que, en peu de temps, ces tiges se sont contournées en tire-bouchon. Elles ont à leur tête un bourrelet saillant sur lequel vient s'appuyer la tige supérieure, tandis qu'au bas, un renflement ou manchon embrasse la tête de la tige inférieure sur laquelle on la fixe au moyen d'une cale en fer.

Outre ces tiges de vingt pieds, il y en a de plus courtes qui ont 2 à 4 mètres seulement.

C. DU GUIDE CIRCULAIRE (fig. 2).

Le guide-circulaire dont nous avons indiqué le but est composé de deux demi-circonférences en bois, formant charnière autour de leur diamètre commun. Chaque aile est suspendue à une chaîne fixée à un crochet de la tige. En détachant les deux chaînes le guide se replie et passe facilement à travers l'orifice du puits.

D. DU MANÉGE (fig. 2).

Le manége est la seule partie de l'appareil visible hors du puits pendant le forage. Il se compose d'une tige semblable à celles décrites tantôt, suspendue au câble d'extraction et à laquelle sont fixées deux grands fers à T, reliés par une traverse à mi-hauteur. Aux extrémités de ces fers sont attelés les colliers des chevaux.

C'est le mouvement de cette tige qui communique la rotation à tout l'appareil. Or, voici comment on a fait pour guider parfaitement la tige dans ce mouvement.

Ainsi que le représente la fig. 6, deux forts madriers MM recouvrant le puits, laissent libre un espace de quelques pieds de largeur seulement, suivant le diamètre. Cette largeur est suffisante pour le passage de la drague et du guide-circulaire, mais on devait le resserrer pour le strict passage des tiges. La figure 6 montre que l'espace (presque rectangulaire) libre est fermé par deux planchers-à-rails, à charnières : on les soulève sans peine à l'aide d'un contre-poids quand la drague doit passer et on les rabaisse ensuite. Ils laissent entre eux une ouverture carrée O au-dessus de laquelle on place deux poutres juxtaposées appelées *sommiers de retenue* (fig. 7). Celles-ci présentent un creux carré occupé par une boîte en fonte de deux pièces. C'est un disque rond que traverse la tige qui sert de guide, en roulant sur le fond plat de la boîte en fonte. Il est clair qu'il fallait un système quelconque qui empêchât de la rotation de la tige (Zuchstange) de se communiquer au câble de la machine d'extraction. M. Mainzhausen a employé un mode de suspension très-simple et très-ingénieux (fig. 8). Au crochet du câble est passé un anneau *a* portant une plaque *o* à la partie inférieure. Sur celle-ci vient rouler à plat un disque en fonte fixé à la tige inférieure et séparé de la plaque par des balles en acier. La rotation de la tige se

communiquant au disque, imprime aux balles un mouvement de roulement sur la plaque inférieure, lequel ne se communique pas au-delà.

Quant au câble de la machine, il ne fonctionne à vrai dire que quand la drague monte ou descend ; cependant pendant le forage, il travaille encore ; on le maintient toujours tendu au fur et à mesure de l'enfoncement de la drague et sa descente est réglée par le machiniste à l'aide d'un encliquetage qu'il manœuvre à la main.

Telles sont les diverses parties de l'appareil de forage ; nous indiquerons maintenant la marche du travail.

III. *Marche du travail.*

Le travail du draguage proprement dit, se divise en trois périodes :

1° Descente de la drague ;

2° Forage ;

3° Remonte de l'appareil.

Mais avant de décrire la première opération, la descente de la drague, donnons une idée de l'emplacement de chaque appareil et de chaque machine, autour du puits, les différentes manœuvres se comprendront alors d'elles-mêmes.

Les deux croquis fig. 9 et 10 représentent l'un une vue verticale et l'autre un plan de tout l'ensemble.

On remarquera que la machine d'extraction est placée à une certaine hauteur au-dessus du sol ; le câble en fil de fer rond passe sur des rouleaux, puis sur une molette.

Celle-ci est située au sommet d'un échaffaudage extrêmement solide recouvrant le puits. Il se compose d'un plancher très-fort à 10 mètres de hauteur environ, soutenu par huit poutres équarries, reliées entre elles par d'autres madriers en croix, le tout ayant de l'extérieur l'aspect d'une tour. La machine d'épuisement qui servit autrefois, est située sur ce plancher. Les fortes venues de sables et d'eaux qui ont, comme nous l'avons déjà dit, si fortement compromis ce

travail, avaient produit dans le terrain des affouillements tels qu'il a fallu à plusieurs reprises étayer la tour par des madriers inclinés dont le pied était retenu par une base solide.

On a profité de cette tour pour y installer tout l'attirail du draguage. Ajoutons qu'on en a tiré un très-bon parti, mais que dans toute autre circonstance analogue, il serait à conseiller de faire un bâtis plus haut permettant d'employer des tiges de draguage plus longues.

Au moment où le travail du draguage va commencer, tous les appareils sont hors du puits. Le manége, le guide circulaire, la drague sont suspendus aux poutres du plancher supérieur par des chaînes qui s'enroulent autour de leurs bourrelets. Pour mettre ces instruments en dehors de l'axe du puits, deux ouvriers enroulent une corde autour de leurs manchons inférieurs, puis la faisant passer autour de l'une des poutres montantes, ils la serrent fortement, de manière à donner à l'instrument une position inclinée au-dessus du puits.

Les tiges au nombre de 10 à 12 sont disposées verticalement dans un vide laissé dans le remplissage entre la première et la deuxième tour en maçonnerie, leur tête dépasse seule le niveau du sol.

Deux petits chemins de fer conduisent au puits. Le premier *a* porte un petit chariot sur lequel on dirige vers le puits, les gueuses de fonte qui forment un tas au dehors de la tour et qui seront chargées sur le cylindre en fonte quand il refusera de descendre. Le second *b* est au niveau des poutres qui recouvrent le puits et les rails se prolongent sur le plancher à charnière dont il a été question plus haut. Il porte un chariot de 1 mètre cube environ dans lequel on déverse le contenu des sacs.

Le nombre des ouvriers employés au service des appareils est très restreint. Il y a deux postes, l'un de jour, l'autre de nuit, se composant de un steiger, cinq ouvriers

manœuvres, un machiniste, un chauffeur, un gamin, un ou deux forgerons, un souffleur. Celui-ci a pour fonction de transmettre au machiniste, à l'aide d'un tube acoustique les ordres du steiger. Il se tient dans une petite guérite à proximité du puits.

A. DESCENTE DE LA DRAGUE.

Pour la descente des 3 appareils, les ouvriers se distribuent ainsi : trois au plancher supérieur pour accrocher le câble de la machine d'extraction et pour enlever les chaînes que retiennent la tête des appareils. Deux autres en bas pour les ramener peu à peu dans la position verticale.

Il faut d'abord que nous indiquions le mode d'attache du câble aux différentes pièces qu'il doit enlever. Il consiste en un simple manchon à clavette analogue à celui qui forme la base des tiges avec un anneau supérieur qu'on suspend au crochet du câble. On pose *ce manchon d'assemblage*, appelé *éteignoir*, (fig. 11) sur la tête des tiges et on passe la clavette, puis on peut enlever tout l'appareil. Cela posé, au moyen de la manœuvre que nous venons de dire, on enlève la drague, on ouvre les deux battants du puits et on la laisse descendre lentement; à cet effet, la machine travaille à contre-pression, de plus au moyen d'un encliquetage à la main du machiniste, celui-ci empêche une descente trop brusque.

Quand le bourrelet supérieur de la drague est descendu jusqu'au niveau du sol, il est arrêté par une pince ou *clef de retenue* (fig. 13) de deux pièces en fer, à travers laquelle la tige passait librement. La drague est alors suspendue dans le puits. Les deux ouvriers détachent la clavette et saisissant l'éteignoir, ils le portent sur la tête de l'une des tiges d'allongement. Après qu'on a passé une clavette, le souffleur commande la remonte; la tige sort peu à peu du vide où elle était renfermée.

Au moment où le manchon inférieur vient à hauteur du

sol, deux ouvriers l'entourent d'une corde qu'ils retiennent, ramenant peu à peu la tige dans l'axe du puits où on la fixe au moyen d'un coin de serrage sur la tête de la drague. On remonte alors l'appareil, on ouvre la pince, on laisse redescendre et on arrête encore quand le bourrelet de la nouvelle tige vient au niveau de l'orifice du puits.

Pour la descente des tiges, tous les ouvriers sont en bas. Deux fixent le manchon à la tête des tiges. Deux autres arrêtent le bourrelet à l'aide de la pince, un cinquième fixe les clavettes.

Après la deuxième tige vient le guide circulaire qu'on enlève et descend comme la drague; pendant qu'il est encore suspendu à la pince, un ouvrier descend sur la traverse qui forme diamètre et ouvre les deux ailes du guide.

L'opération de la descente des pièces se continue jusqu'à ce que la drague soit parvenue au fond du puits. Les bouts de tige de 2 à 4 mètres sont ajoutés pour lui donner la longueur convenable. Le dernier bout de tige attaché, on enlève le manchon d'assemblage et on accroche directement au crochet du câble, l'anneau supérieur du manége. Puis, lorsque celui-ci est fixé à la dernière tige, on enlève la pince : l'appareil entier est alors suspendu dans le puits.

On juxtapose alors les deux sommiers de retenue et le travail du forage peut commencer.

Les ouvriers étaient, à la fin, si bien habitués à ce travail que pour descendre la drague, à la profondeur de 75 mètres, il leur fallait seulement trois quarts d'heure.

B. FORAGE PROPREMENT DIT.

Ce travail se comprend aisément après les détails que nous en avons déjà donnés. La difficulté du forage est variable : dans les sables les chevaux se fatiguent peu, mais dans les terrains argileux, surtout quand le couteau rencontre des rognons de grès, ils éprouvent beaucoup de

peine à circuler. On empêche le manége de revenir en sens opposé (au moment où les chevaux se reposent) par un *piquet de retenue* fixé aux extrémités du manége et qui s'enfonce dans le sol à l'instant de l'arrêt.

A mesure que le forage avance, la drague et par suite le manége descendent; la tige du manége porte des lignes faites à la craie qui indiquent la descente de l'appareil. Quand on juge que les sacs sont pleins, la remonte de l'appareil commence.

C. REMONTE DE L'APPAREIL.

Nous avons peu à dire sur la description de cette opération : elle est identique, en tous points à la descente, les divers travaux se faisant seulement dans un ordre inverse.

La drague étant sortie du puits, on referme les deux battants du plancher, et on repousse sur les rails le *chariot à boues*, dans lequel on décharge le contenu de chaque sac, ainsi que nous l'avons dit. On prend en même temps un échantillon de la roche enlevée. Enfin on suspend la drague comme on sait.

La quantité de matière extraite est de :

1/3 mètre cube aux petites dragues,

1 mètre cube aux grandes dragues.

La remonte durait 1 heure pour la profondeur de 75 mèt.

L'opération du draguage est ainsi terminée et il s'agit alors de faire descendre le cylindre.

Une première impulsion suffit ordinairement pour lui faire vaincre tous les frottements et l'enfoncer plus bas; mais si son poids ne suffit pas pour l'entraîner, on le force à descendre à l'aide de leviers particuliers : ce sont de grands troncs d'arbres s'appuyant d'un côté sur le cylindre et soulevés de l'autre par des vis tandis qu'ils sont retenus entre

les deux extrémités par de fortes chaînes attachées aux tours en maçonnerie. Si cette pression est encore insuffisante, on charge le cylindre de gueuses en fonte dont le poids a été porté jusqu'à 125,000 kilog.

Nous terminons ici la description du draguage proprement dit de Ruhr et Rhein. Il nous reste pour être complet à décrire le *mode de bétonnage* employé pour relier le cuvelage au terrain. Ce point qui n'est pas le moins intéressant de tout le travail, fait l'objet de ce qui va suivre.

Mais avant cela, nous dirons rapidement quelle a été la marche du cylindre pendant sa descente, depuis le moment où, entraîné par son poids, il avait pénétré dans la couche de gravier jetée au fond du puits à 41 mètres de profondeur jusqu'au moment du bétonnage.

Le tableau suivant résumera le travail du draguage :

DATE. 1863.		CONSOMMATION de charbon.	ON A foré :	LA profondeur du SONDAGE est de :	LE cylindre est descendu de :	LE cylindre est à une profondeur	NOMBRE de trains en 24 heures.	NOMBRE de chevaux employés	HEURES de travail.	NATURE du TERRAIN.
Mars.	1er au 16	85 hectol.	7,36	41,	2,97	41,28	7	4	12	Gravier.
	17 au 31	86 »	4,71	45,71	1,93	43,21	6	4	14	Argile.
Avril-Juin.	1er au 23	300 »	16,27	61,98	17,55	60,76	4	2 1/2	10 2/3	Greensand.
Juin-Août.	23 au 1er	270 »	5,17	67,15	3,64	64,40	3	2	10 3/4	Argile.
Août.	1er au 10	75 »	3,94	71,09	7,52	71,92	5	4 1/2	17	Sable.
Août-Octobre.	10 au 5	435 »	7,47	79,56	6,80	78,72	7	3 1/2	18 1/2	Marne.

Le 10 avril 1863, le rapport des travaux de M. Mainzhausen, constate que la drague avait pénétré à 45m,50 de profondeur, donc à 4m,70 dans le terrain vierge. Le cylindre en fonte était descendu régulièrement jusqu'à 43m,80; là, il vint butter contre une banquette d'argile plastique et dure (argile grise de 0m,31 de puissance), qu'il devait trancher sur toute la circonférence du puits.

Il fallut alors surcharger successivement le cylindre d'un poids d'environ 80,000 kilog., il ne descendit cependant que de 1m,03.

Trois mois après, la drague avait pénétré sans accidents à la profondeur de 63m,75 et le cylindre était à 62m,50.

On s'efforçait toujours de faire suivre au cylindre, l'avancement de l'avaleresse. On ne le laissait jamais à plus de 6 pieds en arrière.

C'est pendant cette période que l'on remplaça la grande drague par les autres plus petites. Quand on vint à attaquer la couche d'argile plastique située à 61 mètres du sol, la grande drague ne pouvait plus fonctionner. La compacité de cette argile (renfermant une couche semblable du grès sablonneux) était si grande que le forage à la grande drague devenait impossible, et ce n'est qu'après de nombreux essais, en modifiant à plusieurs reprises la forme de la pose du tranchant, que M. Mainzhausen a réussi à y pénétrer.

C'est alors aussi que pour faciliter la descente du cylindre, on a employé le couteau élargisseur à ressort en bois, indiqué figure 12. Cependant les frottements du cylindre contre le terrain étaient encore tels qu'il fallut le surcharger de 125,000 kilog. de gueuses de fonte et faire agir plusieurs presses pour le faire pénétrer de trois pieds dans l'argile plastique.

Il est probable que le cylindre ne descendait pas parce qu'on ne lui avait pas fait suffisamment place par en-dessous : il est impossible de juger à quelques centimètres près du diamètre que l'on donne à cette excavation, en-

dessous du sabot, quand on opère à une pareille profondeur sous l'eau.

Le 3 septembre, jour de notre dernière visite, le cylindre chargé d'un poids semblable, venait de descendre d'un coup de 2m30, et n'était en arrière de la drague que de 0m30, c'est-à-dire à 75 mètres de profondeur; il avait pénétré de 0m68 dans une marne grisâtre très-compacte.

A partir de ce moment, la compacité de la marne croissant avec la profondeur, devint telle que les couteaux élargisseurs nécessaires pour la descente ne parvenaient pas à entamer plus de 0m025 de marne à la fois. Les couteaux de la drague et les tiges eurent beaucoup à en souffrir. Enfin à la profondeur de 76m75 le cylindre refusa entièrement de descendre.

Comme la marne était très-dure, on résolut d'opérer en ce point la jonction du revêtement avec le terrain à l'aide d'un bétonnage sur toute la circonférence.

La méthode de *bétonnage* employée par M. Mainzhausen diffère du procédé Wolsky en ce qu'elle dispense de l'emploi d'un tub-clef. M. Mainzhausen se proposa de jeter directement le béton au fond du puits et de forcer le cylindre à descendre dans cette couche pendant qu'elle était encore liquide.

A cet effet, il commença par approfondir le puits de 1m75 jusqu'à 78m50, puis il élargit la partie inférieure sur un rayon de 0m36 plus grand que celui du cylindre, à l'aide de l'élargisseur, en réservant cependant une banquette de 0m30 de hauteur sur laquelle portait le sabot du cuvelage; les couteaux de l'élargisseur étaient construits et placés de manière à enlever la marne sur toute la hauteur de l'excavation. Cela fait, il descendait le béton jusqu'au fond du puits dans un tuyau de pompe de 0m57 de diamètre et de 2m80 de long. La figure 13 montre ce tuyau muni d'un clapet *a* à sa partie inférieure, lequel est tenu fermé par une tige en fer *b* accrochée au levier *c c*. Aussitôt que le tuyau se pose sur le fond du puits, le levier se décroche de la

tige par suite du relâchement des chaînes *d d*, de sorte qu'en levant le tuyau le clapet s'ouvre et le béton s'en écoule.

Le béton se composait de :

1 partie de chaux hydraulique.
1 partie » ordinaire.
2 parties de trass.

Après avoir introduit dans le puits une couche de 1ᵐ10 de hauteur, on se prépara à faire descendre le cylindre en enlevant sur quelques pouces la banquette d'argile sur laquelle reposait le sabot, puis on jeta encore un bain de béton de 0ᵐ60 de hauteur.

Le cylindre fut alors chargé d'un poids considérable, mais, malgré l'action combinée de huit forts leviers, il ne bougea point. Comme cela ne pouvait provenir que de la banquette d'argile qui retenait le sabot, on enleva la dernière couche de 0ᵐ60 de béton et on élargit le terrain sous le sabot. Cette fois encore, le cylindre quoique chargé d'un poids de 250 à 300,000 kilog. (y compris la pression des leviers), refusa de descendre. Force fut donc d'enlever le béton déjà durci, d'élargir le sol sous le sabot de 0ᵐ40 à 0ᵐ50 et de remplir le fond d'un nouveau bain de béton de 1ᵐ40.

Le béton employé pour ce second bain était composé de :

1 partie de chaux hydraulique.
1 partie de trass.

Ce second essai réussit complétement; le cylindre chargé d'un poids de 75,000 kilog. se mit tout-à-coup en mouvement en descendant jusqu'au fond du petit fossé annulaire creusé sur la circonférence et rempli de béton frais.

Cet heureux événement arriva le 5 novembre 1863; et à partir de ce jour, la réussite du cuvelage était assurée. Tous les travaux qui ont eu lieu depuis, se sont faits dans les conditions ordinaires de creusement de puits.

D'après des essais faits en petit avec le béton, on jugea du moment où il avait fait complétement prise dans l'eau. On épuisa alors les eaux à l'aide d'un tonneau, et on put se

convaincre par le peu d'eau que donnait le puits, que le bétonnage était parfait.

On démonta alors environ 20 mètres ou 21 rangées de tubbings supérieurs, mais comme quelques sources d'eau se faisaient remarquer entre les deux cylindres et entre la tour et le cylindre extérieur, on replaça un tubbing de 0m62 et un autre de 0m95 de hauteur derrière lesquels on injecta du ciment que l'on picota même tout alentour.

En continuant à épuiser, on s'aperçut que les joints des tronçons laissaient filtrer de l'eau. Il fallut enlever tous les boulons et repicoter tous les joints en descendant. Arrivé au bas, la venue d'eau était réduite à moitié et ne s'élevait plus qu'à 1 mètre cube par minute seulement.

Le travail, à partir de là, se réduisait au creusement au moyen du pic avec revêtement en fonte formé de tronçons successifs de 0m30 de hauteur, ajustés par le bas. Le premier tronçon a été placé et cimenté contre le terrain, après avoir enlevé les renforts qui se trouvent à la base du sabot. On exécuta cette opération à l'aide du vilbrequin, craignant que le choc du marteau et du ciseau ne donnât des secousses préjudiciables à la colonne en fonte. A la profondeur de 79m45, on rencontra une couche de marne non aquifère dans laquelle on plaça une fausse trousse de 0m62, semblable à celle que l'on avait employée dans le premier cylindre en fonte et dont le but était de donner à la colonne métallique une assise solide sur le terrain.

Enfin le 21 mars 1864, on atteignit sans accident à la profondeur de 81m33, le terrain houiller dans lequel on continue à foncer depuis cette époque. La fig. 14, pl. XIII, indique l'état du puits en ce moment.

Le pendage reconnu aux couches est de 18 à 19°. Leur direction N. 60° NO.

Liége, avril 1864.

HYDROGRAPHIE.

EXAMEN COMPARATIF

DES

EAUX D'ALIMENTATION DE LA VILLE DE LIÉGE,

PAR

Alfred PHILIPPART,

INGÉNIEUR HONORAIRE DES MINES.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Parmi les nombreuses substances que la nature a mises à notre disposition, l'eau est, sans contredit, celle qui offre le plus de ressources à la satisfaction de nos besoins. Sans vouloir énumérer tous les services qu'elle nous rend, nous ne pouvons cependant nous empêcher de mentionner les trois premiers rôles qu'elle est appelée à jouer.

Nous avons pu apprécier tous l'influence que ce liquide exerce sur notre organisme. Les terribles maux, qui accompagnent ordinairement l'emploi d'une eau de mauvaise qualité, ne sont plus un mystère; la médecine a étudié ce genre de maladie et son arrêt est irrévocable. Il sera donc de la plus grande importance de se servir, pour l'ali-

mentation, d'une eau de bonne qualité. Toutefois, il est regrettable de le dire, la science n'a pas jusqu'ici déclaré positivement qu'elles étaient, parmi les substances contenues en dissolution dans les eaux, celles qui nuisent le plus à leur bonté ; c'est une lacune qu'il est nécessaire de combler.

Les usages domestiques exigent aussi l'emploi de certaines eaux ; c'est ainsi, comme nous le montrerons plus loin, que pour le lessivage du linge, il est urgent de se servir d'eau la plus pure possible. De même, pour la cuisson des légumes ou de la viande et la fabrication du pain, celles, contenant certaines substances nuisibles, ne pourront être d'aucun emploi.

Quant aux besoins de l'agriculture, il est inutile, pensons-nous, de nous y arrêter pour prouver l'importance d'un bon choix à faire dans les eaux réservées à ce service.

Mais une branche, qui réclame surtout des eaux de bonne qualité, est, sans nul doute, l'industrie. C'est là, que nous voyons les usages de cet utile liquide se multiplier à l'infini; nous pouvons toutefois les résumer en cinq caractères principaux :

Ainsi dans la purification des matières, nous l'emploierons, tantôt comme dissolvant dans les raffineries de salpêtre, de potasse, tantôt comme agent laveur dans les papeteries. Dans les teintureries, l'eau nous servira d'intermédiaire pour fixer un corps sur un autre ; dans nos brasseries, elle deviendra partie intégrante du produit obtenu. Mais un dernier rôle, plus important à lui seul que tous les autres, est celui où nous l'employons comme force motrice. La vapeur, en effet, n'a-t-elle pas été la source de ces grandes inventions qui font la gloire de notre siècle? N'est-ce pas cette force inépuisable qui nous permet de franchir en peu de temps, soit à travers les mers, soit au milieu des continents, les distances les plus grandes, en faisant avancer ainsi la civilisation à grands pas par le rapprochement des peuples? Aussi voyons-nous, chez toutes les nations éclairées,

la question des eaux prendre une importance s'accroissant tous les jours! Les villes se disputent l'honneur d'être au premier rang sous le rapport de leur alimentation, et les campagnes se créent de nouvelles sources de richesses en fertilisant, par le drainage, les sols les plus arides.

La ville de Liége, il faut le dire, se trouvait jusqu'ici dans de mauvaises conditions; des eaux, en général, impures et malsaines, servaient à l'alimentation de ses nombreux habitants; mais de grands travaux sont maintenant entrepris, et bientôt, elle aura la satisfaction de se voir sous ce rapport au même rang que les cités les mieux favorisées. Un mémoire (1), excessivement remarquable de M. Gustave Dumont, a été publié à ce sujet; les divers mouvements de l'eau dans le sol de la Hesbaye y ont été traités avec une clarté et une vérité telles, que ce travail est réellement d'une grande importance. Nous n'avons pas craint cependant d'entreprendre de notre côté un examen comparatif des diverses eaux qui alimentent cette ville; les circonstances qui influent sur la qualité de l'eau, sont tellement nombreuses, que l'on ne saurait trop les étudier; nous espérons donc que notre travail ne sera pas marqué du sceau de l'inutilité.

On sait que les eaux, suivant leur origine et leur nature, se divisent en trois catégories, qui sont :

Eaux de pluie.
Eaux de puits et de source.
Eaux de fleuve ou de rivière.

Les eaux de pluie sont généralement celles qui renferment le moins de substances étrangères en dissolution; c'est ainsi que nous avons trouvé 3° hydrotimétriques pour leur degré de crudité.

Les eaux de puits et de source sont, au contraire, assez

(1) *Des eaux alimentaires de la ville de Liége,* rapport fait à l'administration communale par M. Gustave Dumont, ingénieur des mines.

chargées de matières terreuses ; celles-ci seront naturellement en quantité plus ou moins grande suivant la nature du terrain que les eaux ont traversé et la profondeur à laquelle se trouve située la couche imperméable qui les retient. L'abondance des pluies et des épuisements assez fréquents pourront aussi de leur côté exercer une certaine influence, mais ces changements seront toujours restreints dans des limites rapprochées.

La température de ces eaux se rapprochera d'autant plus de celle de la roche que leur contact avec cette dernière aura été plus prolongé. Elle ira, en outre, en augmentant à mesure que l'écoulement de l'eau se fera à une plus grande profondeur. C'est ainsi qu'il a été constaté que la température des eaux de source de Liége variait entre 11° et 13° centigrades.

Les eaux de rivière ou de fleuve auront une pureté intermédiaire entre celle des eaux des deux classes précédentes ; mais, en général, elles présentent moins de limpidité. Leur nature variera aussi suivant les oscillations du niveau, les changements de température, la fréquence des pluies, la fonte des neiges, la prédominance de tels ou tels affluents, etc.

L'eau, suivant son emploi, devra présenter certains caractères :

Ainsi, l'eau potable sera limpide, fraîche, sans odeur ; elle aura une saveur faible, mais qui ne soit ni désagréable, ni fade, ni douceâtre, ni salée. Elle doit être aérée et tenir en outre en dissolution une petite quantité d'acide carbonique. Elle ne peut acquérir de mauvaise odeur après avoir été conservée dans un vase fermé ou ouvert. Elle doit dissoudre enfin le savon sans former de grumeaux et ne renfermer que un à deux millièmes de principes minéraux fixes.

Pour tous les autres usages, à part quelques exceptions, l'eau la plus pure sera généralement préférée.

Nous essaierons, par le calcul suivant, de démontrer l'importance de cette dernière condition pour les eaux destinées à alimenter les générateurs de vapeur.

Considérons le cas d'une chaudière cylindrique avec ou sans bouilleurs. On sait qu'un mètre carré de surface de chauffe totale, avec un feu modéré, vaporise, en une heure, 20 kilogrammes d'eau. En admettant donc que la machine travaille 12 heures par jour, nous aurons :

Par jour : 240 litres
Par mois : 7,200 litres

pour la quantité d'eau vaporisée par un mètre carré de surface de chauffe.

Or, on peut déterminer le poids des matières terreuses contenues en dissolution dans les eaux dont le degré de crudité est connu ; on en déduira facilement l'épaisseur des incrustations que ces eaux produiraient. Nous avons pris comme densité de ces dépôts : 2,5. moyenne entre les densités du carbonate et du sulfate calciques, afin d'obtenir une approximation suffisante.

Les chiffres du tableau suivant ont, en outre, été obtenus en supposant des eaux de même nature que celles qui alimentent la ville de Liége.

NATURE de L'EAU.	DEGRÉ de CRUDITÉ.	QUANTITÉ de MATIÈRES CONTENUES en DISSOLUTION.	POIDS de l'incrustation par MÈTRE CARRÉ de SURFACE DE CHAUFFE.	ÉPAISSEUR de l'incrustation en MILLIMÈTRES.
		(Par litre).	(Par mois).	(Par mois).
		—	—	—
Eau de gravier.	5°	0gr,069	0k,497	0,2mm
	10°	0 ,138	0 ,994	0,4
	15°	0 ,207	1 ,490	0,6
	20°	0 ,276	1 ,987	0,8
	25°	0 ,345	2 ,484	1,0
	30°	0 ,414	2 ,981	1,2
Eau de source.	30°	0 ,54	3 ,888	1,5
	35°	0 ,63	4 ,536	1,8
	40°	0 ,72	5 ,184	2
	45°	0 ,81	5 ,832	2,3
	50°	0 ,90	6 ,480	2,6
	55°	0 ,99	7 ,128	2,8
	60°	1 ,08	7 ,776	3,1
	65°	1 ,17	8 ,424	3,3
	70°	1 ,26	9 ,072	3,6
	75°	1 ,35	9 ,720	3,9
	80°	1 ,44	10 ,368	4,1
	85°	1 ,53	11 ,016	4,4
	90°	1 ,62	11 ,664	4,6
	95°	1 ,71	12 ,312	4,9
	100°	1 ,80	12 ,960	5,2

On voit donc, d'après ce qui précède, qu'une eau dont le degré de crudité serait supérieur à 50, comme l'est

celui d'un assez grand nombre d'eaux de Liége, produirait déjà dans les chaudières une épaisse couche de matières incrustantes. Or, quelle perte de calorique ne résultera-t-il pas de cette interposition de matières étrangères entre le métal et l'eau? Quelle détérioration la chaudière n'éprouvera-t-elle pas, lorsqu'au moyen du ciseau, on devra enlever fréquemment ce dépôt? Mais en cela ne consistent pas seulement les inconvénients des incrustations; de terribles explosions, qui ont trop souvent coûté la vie à de malheureux ouvriers, attestent suffisamment l'importance que l'on doit attacher à bien soigner l'alimentation des générateurs de vapeur.

Nous examinerons maintenant la nature des différents terrains au milieu desquels se trouve établie la ville de Liége; nous pourrons ainsi déterminer à priori la composition des eaux que l'on y rencontre.

Nous avons représenté dans la planche XIV une projection horizontale de ces terrains et deux coupes dont l'une est perpendiculaire et l'autre parallèle à la direction des couches. La légende, qui accompagne cette planche, est complétée par une description succincte des diverses assises qui composent ces terrains et qui sont remarquées particulièrement dans les environs de Liége.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DU SOL DE LA VILLE.

Liége est bâtie au milieu du bassin houiller, au fond d'une vallée formée par les montagnes de Saint-Maur, Saint-Gilles et Sainte-Walburge à l'ouest et par celle de la Chartreuse à l'est. La Meuse traverse cette ville du sud au nord-est en y décrivant une courbe assez prononcée; l'un des affluents de ce fleuve, l'Ourthe, vient s'y jeter sur sa rive droite par divers embranchements dont quelques-uns divisent la partie est de la ville. Le centre de celle-ci est établi sur les bords de la Meuse; le terrain, sur lequel il repose,

est formé de dépôts de gravier et d'alluvions apportés anciennement par le fleuve, et au-dessous desquels s'étendent les couches du bassin houiller. Une partie des habitations y est aussi construite sur des remblais exécutés pour le nivellement du sol ou pour combler et rétrécir différents bras de la Meuse. Le sol, affleurant sur les côteaux qui bordent celle-ci, est formé par les stratifications du terrain houiller; enfin sur les parties les plus élevées du côté de l'ouest, on trouve au-delà des dernières assises primaires, des couches plus récentes, appartenant aux terrains secondaires, tertiaires et quaternaires. Les lignes suivantes, empruntées au rapport de la commission des eaux de la ville, donneront une idée complète de la composition de ces terrains :

« Le sol du plateau de la Hesbaye est formé de dépôts moins anciens que le terrain houiller sur lequel ils reposent: on les rapporte aux terrains secondaires, tertiaires et quaternaires.

» Ces terrains sont disposés dans l'ordre suivant :

» Sous la terre végétale, on trouve une couche de limon quaternaire perméable à l'eau, bien connu sous le nom de terre vierge ou de limon hesbayen, dont l'épaisseur, variable d'un point à l'autre, est, en moyenne, d'environ 10 mètres.

» Vers les bords du plateau, ce limon repose ordinairement sur une couche de cailloux de quarzite, de grès, assez épaisse, appartenant également aux terrains quaternaires, mais qui, vers le nord, s'amincit et finit par disparaître complétement.

» Sous le limon se trouve assez souvent une couche de sable jaunâtre, à la partie inférieure duquel gît une grande quantité de rognons de silex remaniés pendant l'époque tertiaire. Cette couche, toujours très-perméable, a souvent une épaisseur de 8 à 10 mètres et repose sur le terrain crétacé.

» Ce dernier est principalement composé, aux environs de Liége, de deux couches distinctes : la craie et l'argile.

» La craie, vulgairement connue sous le nom de marne, est un carbonate de chaux à peu près pur ou simplement mêlé avec un peu de sable ou d'argile ; cette roche quoique perméable à l'eau, l'est beaucoup moins que les terrains qui la recouvrent. Son épaisseur moyenne est d'environ 30 mètres: elle présente vers la base un banc de craie grossière d'un blanc jaunâtre renfermant des grains de glauconie et dont l'épaisseur est ordinairement d'un mètre.

» L'argile sur laquelle repose la couche craieuse est, tantôt une smectique pure connue sous le nom de dielle, tantôt une smectique calcareuse ou marne, qui fait effervescence dans les acides en y laissant un dépôt argileux considérable.

» Cette argile, étant subplastique et peu perméable, retient la plus grande partie des eaux qui ont pénétré à travers les couches supérieures et les empêche de pénétrer jusqu'au terrain houiller sur lequel elle repose.

» La couche imperméable, ou la craie qui lui est superposée, affleure en divers points sur la pente des vallons qui aboutissent à la Meuse, c'est-à-dire près de Burdinne, Marneffe, Warnant, Hozémont, Hollogne-aux-Pierres et Ans, points assez rapprochés d'une ligne menée de Burdinne vers Ans, dont la direction est de l'O 14° S à l'E 14° N ; et comme ces points d'affleurement sont à peu près au même niveau, on en déduit que la ligne ci-dessus doit s'écarter peu de la direction générale de la couche crétacée.

» D'un autre côté, on remarque, en suivant le cours de la Meuse de Liége vers Maestricht, que la craie s'abaisse de plus en plus en ce sens, et finit par s'enfoncer tout-à-fait sous les calcaires grossiers de la Montagne-Saint-Pierre. Or, le cours de la Meuse entre Herstal et Maestricht faisant un angle d'environ 113° avec la direction dont nous venons de parler ; on peut en conclure que la couche crétacée est sensiblement inclinée vers le nord. »

Le sol de la partie basse de la ville est formé, comme nous l'avons déjà dit, de couches de gravier superposées et composées de fragments plus ou moins volumineux suivant la force du courant qui les y a déposés : c'est ainsi que l'on trouve à une certaine profondeur, une couche de gros gravier se laissant facilement traverser par l'eau, tandis qu'au-dessus, on remarque au contraire une assise de fin gravier formant une digue imperméable aux eaux de la surface. Cette dernière couche est formée de cailloux réunis par un ciment de limon et d'argile, plus ou moins pure, ou mélangée de coquilles fluviatiles, et de débris de végétaux ; l'autre assise se compose exclusivement de cailloux.

Il résulte de ce qui précède, que les eaux de pluie, qui s'infiltreront dans le sol de la Hesbaye, seront arrêtées dans leur écoulement vers l'ouest par la couche imperméable d'argile glauconifère formant la base du crétacé. L'inclinaison de cette dernière vers le nord et la grande hauteur de son bord méridional au-dessus du niveau de la Meuse, contribueront surtout à produire cet effet. A part donc quelques sources jaillissant sur les hauteurs, et les infiltrations de la base de la craie, Liége ne devrait recueillir comme eaux de source que celles provenant des eaux pluviales ayant traversé le terrain houiller. C'est pour obvier aux inconvénients de cette fâcheuse situation, qu'une série de galeries a été pratiquée anciennement à travers la couche argileuse pour conduire les eaux qu'elle retenait dans l'intérieur de la ville.

D'autres communications, du reste, avaient déjà été établies par les nombreux puits foncés pour l'exploitation de la houille ; de sorte que les eaux, qui s'échappaient par cette issue, s'écoulaient dans les arènes ou se répandaient dans le terrain houiller en suivant la pente des couches de ce dernier. Les eaux pluviales qui avaient pu s'infiltrer dans le sol houiller venaient se joindre aux précédentes

pour former dans les anciennes exploitations ces nombreux bains d'eau, tant redoutés par les mineurs liégeois.

Il en résulte que la nature de l'eau, recueillie par les arènes, présentera de grandes différences avec celle des eaux de source. En effet, le terrain houiller renfermant dans ses roches de la pyrite en plus ou moins grande abondance, celle-ci s'oxydera au contact de l'eau aérée ou par l'exposition à l'air; il se formera du sulfate de fer qui, réagissant sur le carbonate de chaux contenu dans l'eau, produira du sulfate de chaux en quantité d'autant plus grande que le contact aura été plus prolongé. Ces eaux acquerront par suite une certaine crudité. Elles pourront contenir aussi des matières organiques résultant de la décomposition des bois de soutènement dans les mines inondées.

Arrivées au pied des collines, les eaux du terrain houiller pénètreront dans la couche de gros gravier formant le fond de la vallée; là, elles subiront de nouvelles altérations, soit en traversant d'anciens dépôts de décombres, soit en se mêlant aux résidus rejetés par l'économie domestique et qui ont pu filtrer par les égoûts ou directement à travers le sol. Les matières organiques, existant dans certaines eaux puisées dans la partie basse de la ville, n'auront souvent pas d'autre origine.

Cependant la couche imperméable de fin gravier que l'on remarque au-dessus de la précédente, empêchera plus ou moins cette dernière altération. C'est ce que l'on peut voir avec les eaux des puits creusés à des profondeurs différentes; ainsi, ces eaux seront chargées de matières organiques si le fonçage du puits n'a pas été poussé au-dessous de la couche imperméable, ou si les parois, n'étant pas suffisamment étanches, laissent suinter l'eau des assises supérieures. L'altération, dans ce dernier cas, pourra quelquefois se faire sentir jusque dans les puits voisins. Des crues de la Meuse ou des épuisements très-répétés auront aussi comme effet d'opérer le mélange des eaux

de source avec les eaux de gravier se trouvant au-dessus.

Un grand nombre de pompes et fontaines de la ville, étant alimentées par les galeries et les arènes, il ne sera pas inutile de décrire le parcours de ces dernières.

I GALERIES D'ALIMENTATION (1).

Ces galeries sont creusées à travers le terrain crétacé pour amener les eaux qui y sont contenues dans l'intérieur de la ville. Elles sont au nombre de six, savoir : les galeries de Saint-Laurent, de Coq-Fontaine, de Grand-Rewe, de la société Roland, de Ster et de Glain.

Galerie de Saint-Laurent. — Les eaux, amenées par cette galerie, ne servent qu'à l'alimentation de la caserne et de l'hôpital Saint-Laurent, où elles sont recueillies au moyen de tuyaux en plomb.

La galerie a son origine dans la rue du Calvaire, se dirige vers l'ouest et s'arrête au-delà de Saint-Nicolas.

Galerie de Coq-Fontaine. — Ses eaux sont partagées en deux parties, dont l'une sert à faire mouvoir des roues hydrauliques, tandis que l'autre est conduite par des tuyaux en grès jusqu'au Bas-Rhieux où elle se jette dans l'arène de la Cité.

Son point de départ est près de l'église d'Ans ; elle suit souterrainnement la route de Bruxelles, jusqu'à celle d'Ans à Rocour, puis se dirigeant vers l'ouest, laisse sur le côté le hameau de Bolsée et aboutit entre Grâce-Berleur et Loncin.

Galerie Grand-Rewe. — Ses eaux se réunissent avec une partie de celles de la galerie précédente pour alimenter les usines du faubourg Sainte-Marguerite, les rues Agimont, derrière le Palais jusqu'au Marché : elles s'écoulent ensuite dans les égoûts qu'elles peuvent ainsi laver.

(1) Ces détails sont extraits du mémoire de M. G. Dumont cité plus haut.

La galerie a son entrée derrière l'église d'Ans; elle se dirige vers le nord et se termine près du chemin de Rocour à Alleur. Elle a plusieurs embranchements vers l'est et l'ouest.

Galerie Roland. — Les eaux de cette galerie sont amenées par des conduites en fonte ou en plomb et par plusieurs bassins de distribution dans le faubourg Sainte-Marguerite, le Mont Saint-Martin et la Haute Sauvenière jusqu'à la place du Spectacle et ses environs, un autre embranchement en déverse une partie vers la rue Notger.

La galerie a son œil au-dessus du moulin Watrin (faubourg Sainte-Marguerite); se continue au nord entre la galerie Grand Rewe et la route de Liége à Tongres; et s'arrête auprès de l'arbre Courte-Joie. Elle a aussi plusieurs embranchements.

Galerie de Ster. — Ses eaux alimentent quelques puisards dans ce hameau. Elle se trouve entièrement dans cet endroit.

Galerie de Glain. — Elle alimente cette commune et une partie de ses eaux est recueillie dans le haut du faubourg Sainte-Marguerite.

Toutes ces galeries fournissent ensemble environ 1,000^{m}. cubes d'eau par jour, et comme elles sont nourries directement par les bains du terrain crétacé, cette eau sera chargée uniquement de carbonate de chaux. Voici du reste la composition des eaux des galeries Coq-Fontaine et Roland, telle qu'elle a été déterminée par les analyses de M. G. Dumont.

		Par litres.
Gaz.	Acide carbonique	0^{litres},0037
	Air	0^{litres},0029
Matières fixes.	Silice	0^{gr}, 0247
	Alumine et fer.	0, 0161
	Carbonate calcique.	0, 2748
	Carbonate magnésique. . . .	0, 0189
	Chlorure sodique et pertes . .	0, 0105
	Total des matières fixes. . .	0^{gr}, 3450

Ces eaux ont, en ontre, une saveur agréable, une très-grande limpidité; leur odeur est nulle. Elles ne renferment pas de matières organiques et ne se troublent pas après une longue exposition à l'air.

Leur température varie entre 11° et 11° 1/2 centigrades.

Les eaux, fournies par les galeries, seront donc d'excellente qualité.

ARÈNES.

Les arènes sont les galeries qui ont été creusées autrefois dans le terrain houiller pour l'exploitation de la houille au-dessus du niveau de la Meuse. Quoique leur principal but ait été de démerger les mines, on utilisa cependant leurs eaux pour les usages domestiques. Elles sont au nombre de huit, savoir :

a) Les arènes franches : de la Cité, de Messire Louis Douffet, de Richon Fontaine;

b) Les arènes bâtardes : de la Haille, de l'Official, du Thier-de-la-Fontaine, de Saint-Lambert et de Gerson-Fontaine.

Arène de la Cité. — Elle a son entrée près de la porte Sainte-Marguerite, elle se dirige alors vers l'ouest, en suivant le faubourg, jusqu'au Bas-Rhieux où elle se divisait autrefois en deux branches : l'une, la branche Chevron, se dirigeait vers Glain jusque dans la campagne de Saint-Nicolas, l'autre, la branche Delhaxhe, s'avançait vers Ans au-delà de ce village. Cette arène est maintenant complétement tarié, tant par le voisinage de l'arène Gerson-Fontaine qui se trouve à un niveau plus bas, que par les épuisements des houillères. On y rejette les eaux des galeries Coq-Fontaine et Grand-Rewe que l'on distribue par des conduites de distribution aux fontaines de la place du Marché, des rues du Pont-d'Ile et de Vinave-d'Ile, ainsi qu'à différentes

habitations avoisinant l'Hôtel-de-ville et la place Saint-Denis.

Arène Richon-Fontaine. — Son œil est dans la rue Mère-Dieu, près de l'église Saint-Antoine, elle s'étend du côté de Sainte-Walburge et au nord du faubourg Vivegnis. Des conduites de distribution amènent ensuite ses eaux dans les rues Hors-Château, Féronstrée, au quai de la Batte, et dans les rues avoisinantes. Les fontaines des rues Mère-Dieu, Hors-Château, près de l'Académie, Grasse-Poule, Saint-Georges sont aussi alimentées par les eaux de cette arène.

Deux autres arènes : Brosdeux et Braudesire qui sont situées à un niveau inférieur, ont contribué beaucoup à diminuer l'importance de l'arène Richon-Fontaine; elles viennent déboucher à l'extrémité du faubourg Vivegnis.

Arène de Messire Louis Douffet. — Elle a son œil dans la ruelle Chabot, derrière l'ancien couvent des Anglais; et elle s'étend vers le nord entre celle de la Cité à l'ouest et celle de Richon-Fontaine à l'est.

Ses eaux sont distribuées par des conduites à des particuliers de la place Verte et de la place Saint-Lambert.

Arène La Haille. —Elle commence au pied de Pierreuse, se dirige vers les Minimes et s'arrête à d'anciens travaux de houillère. Ses eaux alimentent seulement la fontaine située au bas de la rue Pierreuse.

Arène l'official ou Haslebrouck. — Elle a son origine dans la rue Haute-Chevau-Fosse, passe sous la rue du Calvaire et s'arrête aussi à d'anciens travaux d'exploitation. Elle alimente la fontaine de la rue Henkart.

Arène Saint-Lambert. — Se trouve sous la Belle-Vue et fournit de l'eau à la fontaine de la rue Jonfosse.

Arène Thier-de-la-Fontaine. — Son origine est au pied de la montagne de ce nom, elle se perd dans d'anciens travaux de houillère. Ses eaux sont réparties par des conduites de distribution à des particuliers du quai de la Sauvenière et des rues du Pot-d'Or et de la Casquette.

Arène Gerson-Fontaine.—Elle vient des hauteurs de Saint-Nicolas, passe sous le faubourg Saint-Gilles et débouche au quai de la Sauvenière, toutefois à un niveau trop bas pour que ses eaux puissent servir à l'alimentation.

Les eaux de ces différentes arènes sont naturellement de qualité inférieure à celle des eaux de galerie, à cause du sulfate de chaux et des matières organiques qu'elle contiennent parfois en proportions assez notables.

ANALYSE DES EAUX ALIMENTAIRES DE LA VILLE DE LIÉGE.

Les analyses ont été exécutées d'après le procédé si rapide, imaginé par le docteur Clarck, mais en suivant les modifications que lui ont fait subir en France MM. Boutron et Boudet, par rapport à la graduation de la burette (1).

Cette méthode est basée, comme on le sait, sur la propriété que possède le savon de faire mousser l'eau pure, tandis qu'il ne produit que des grumeaux dans celle chargée de matières terreuses. En mesurant par suite la quantité de savon nécessaire pour obtenir la mousse avec une eau quelconque, on peut être à même d'en conclure le poids des substances salines contenues en dissolution dans cette eau. Or, cette dernière donnée, étant la plus importante à connaître dans l'appréciation d'une eau, nous avons cru qu'elle serait suffisante pour l'examen comparatif que nous nous proposions de faire.

Nous nous sommes donc bornés à rechercher les degrés hydrotimétriques des différentes eaux qui alimentent la ville. Les essais ont été exécutés sur 40 centimètres cubes d'eau et au moyen de l'hydrotimètre de MM. Boutron et Boudet. La liqueur d'épreuve a été obtenue de la manière suivante :

(1) Le degré de hardness de Clarck équivaut à très-peu près a 1° 4 hydrotimétrique.

Nous avons fait bouillir une partie en poids de savon blanc de Marseille dans seize parties d'alcool à 90° centésimaux, et nous avons ajouté, après filtration, à la dissolution obtenue, dix parties d'eau distillée. Le titrage de cette liqueur a été fait au moyen des dissolutions normales de chlorure calcique et d'azotate barytique.

Quant à la manière de faire l'essai, nous avons suivi les prescriptions des inventeurs de la méthode. C'est ainsi que pour les eaux dont la trop grande teneur en matières terreuses empêchait de faire directement l'essai sur 40 centimètres cubes, nous les étendions de deux, trois et même huit fois leur volume d'eau distillée, sauf à ramener les résultats obtenus au même point de comparaison. Un fait que nous avons observé, c'est qu'il était nécessaire de bien remuer ce mélange, avant de verser la liqueur d'épreuve; sans cette précaution, on obtenait encore parfois des grumeaux.

Au lieu de 30°, prescrit comme limite pour pouvoir faire l'essai direct, nous avons pris 25°, ayant remarqué que nous obtenions ainsi un résultat se rapprochant plus de la réalité. Enfin, nous nous sommes servis pour le remplissage du flacon d'essai d'une autre burette graduée en centimètres cubes, pour écarter les chances d'erreur résultant de la grandeur du menisque de l'eau dans le flacon.

Les essais suivants ont été faits au laboratoire de recherches chimiques de l'école des mines de Liége.

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
21	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 101) .	7 juil. 1864.	40 cc.	20 1/2 20 1/2	20°,5	2k,173	0gr,283	
22	Pompe de la rue du Rouleau (près de l'ancien pont de briques).	20 juin »	40 cc.	20 3/4 20 3/4 20 3/4	20°,7	2 ,200	0 ,286	
23	Autre pompe de la rue du Rouleau	20 » »	40 cc.	20 3/4 20 3/4 20 3/4	20°,7	2 ,200	0 ,286	
24	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 135). .	7 juillet »	40 cc.	20 3/4 20 3/4	20°,7	2 ,200	0 ,286	
25	Pompe de la rue Grande Nasarue	6 juin »	40 cc.	20 3/4 21 20 1/2	20°,7	2 ,200	0 ,286	
26	Pompe du Quai d'Avoy (près de la rue de la Station).	9 mai »	40 cc.	21 1/4 21 1/2 21 1/2 21 1/4	21°,4	2 ,288	0 ,295	
27	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 30) . .	7 juillet »	40 cc.	21 1/2 21 1/2	21°,5	2 ,279	0 ,297	
28	Pompe de la rue Petite Nasarue (au bout de la rue).	6 juin »	40 cc.	22 21 3/4 [illegible]	21°,8	2 ,244	0 ,304	

10	Pompe de la rue de Bêche	20 juin »	40 cc.	16 3/4 16 3/4 17 1/4	16°,9	1 ,791	0 ,228	
11	Pompe de la rue Sur le Mont	8 juillet »	40 cc.	17 1/4 17	17°,1	1 ,843	0 ,236	
12	Pompe de la place St.-Pholien	20 juin »	40 cc.	17 1/2 17 3/4 17 1/2	17°,6	1 ,866	0 ,243	
13	Pompe de la rue des Franchimontois	7 juillet »	40 cc.	18 18	18°	1 ,908	0 ,248	
14	Pompe de la rue Pécluse	8 » »	40 cc.	18 18	18°	1 ,908	0 ,248	
15	Pompe de l'impasse de la rue Potiérue	8 » »	40 cc.	18 1/2 18 1/2	18°,5	1 ,961	0 ,255	
16	Pompe de la Place des Récollets	7 » »	40 cc.	19 19	19°	2 ,014	0 ,262	
17	Pompe de la halle aux viandes (à la Goffe)	8 » »	40 cc.	19 1/4 19 1/4	19°,2	2 ,046	0 ,266	
18	Fontaine de la place du marché (au milieu)	8 » »	40 cc.	20 19 3/4	19°,9	2 ,109	0 ,275	Eau légèrement trouble.
19	Pompe de la rue Grande Bêche (près du n° 32)	6 juin »	40 cc.	20 20	20°	2 ,120	0 ,276	
20	Pompe de la rue St.-Éloy (au bout de la rue)	6 » »	40 cc.	20 1/4 20 1/4 20 1/4	20°,2	2 ,152	0 ,280	

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
42	Pompe de la rue du Vert-Bois	31 mai 1864.	30 cc.	18 1/2 18 1/2 18 3/4	24°,8	2k,629	0gr,342	
43	Pompe du faubourg Vivegnis (près du no 85). . . .	7 juillet »	30 cc.	20 19 3/4	26°,5	2 ,809	0 ,366	
44	Pompe de l'impasse de l'Ange (rue Hors-Château).	8 » »	30 cc.	20 1/3 20	26°,9	2 ,851	0 ,371	
45	Pompe de la place Ste.-Barbe	6 juin »	30 cc.	21 20 1/2 20 3/4	27°,7	2 ,936	0 ,382	
46	Pompe de la rue Porte-aux-Oies	20 » »	30 cc.	20 3/4 20 1/3	28°	2 ,968	0 ,386	
47	Pompe du faubourg d'Amercœur (près de l'église St.-Remacle	20 » »	20 cc. 30 cc.	14 1/2 21 2/3 22	29°,1	3 ,085	0 ,402	
48	Pompe de la place des Carmes.	31 mai »	20 cc.	15 1/4 15 3/4 15 1/4	30°,8	3 ,265	0 ,425	
49	Pompe de la rue aux Bras.	22 juin »	30 cc.	24 24	32°	3 ,392	0 ,576	

31	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du nº 170) .	7 juillet »	40 cc.	23 / 22 3/4	22°,9	2 ,427	0 ,316
32	Fontaine du faubourg Ste.-Marguerite (près du nº 225)	8 » »	40 cc.	23 / 22 3/4	22°,9	2 ,427	0 ,316
33	Pompe du faubourg Ste.-Marguerite (près du nº 113).	8 » »	40 cc.	23 / 23	23°	2 ,438	0 ,317
34	Pompe du faubourg Ste.-Marguerite (près du nº 151).	8 » »	40 cc.	23 / 23	23°	2 ,438	0 ,317
35	Pompe angle de la rue Delfosse et de la rue St.-Thomas	8 » »	40 cc.	23 / 23	23°	2 ,438	0 ,317
36	Pompe près du pont St.-Julien	20 juin »	40 cc.	23 / 23 1/4	23°,1	2 ,449	0 ,319
37	Fontaine, faubourg Ste.-Marguerite (en bas de la rue sur les Fossés)	8 juillet »	40 cc.	23 1/4 / 23 1/4	23°,2	2 ,459	0 ,320
38	Pompe, faubourg Ste.-Marguerite (près du nº 75) .	8 » »	40 cc.	23 1/4 / 23 1/4	23°,2	2 ,459	0 ,320
39	Pompe près de l'Abattoir	6 juin »	40 cc.	24 1/3 / 24 / 23 2/3	24°	2 ,544	0 ,331
40	Fontaine, degrés des Tisserands	22 » »	30 cc.	18 1/5 / 17 3/4 / 18 1/4	24°,4	2 ,555	0 ,333
41	Fontaine de la rue sur les Fossés (en haut)	22 » »	30 cc.	18 1/2 / 17 3/4	24°,2	2 ,565	0 ,334

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
42	Pompe de la rue du Vert-Bois	31 mai 1864.	30 cc.	18 1/2 18 1/2 18 3/4	24°,8	2k,629	0gr,342	
43	Pompe du faubourg Vivegnis (près du no 85). . . .	7 juillet »	30 cc.	20 19 3/4	26°,5	2 ,809	0 ,366	
44	Pompe de l'impasse de l'Ange (rue Hors-Château).	8 » »	30 cc.	20 1/3 20	26°,9	2 ,851	0 ,371	
45	Pompe de la place Ste.-Barbe	6 juin »	30 cc.	21 20 1/2 20 3/4	27°,7	2 ,936	0 ,382	
46	Pompe de la rue Porte-aux-Oies	20 » »	30 cc.	20 3/4 20 1/3	28°	2 ,968	0 ,386	
47	Pompe du faubourg d'Amercœur (près de l'église St.-Remacle	20 » »	20 cc. 30 cc.	14 1/2 21 2/3 22	29°,1	3 ,085	0 ,402	
48	Pompe de la place des Carmes.	31 mai »	20 cc.	15 1/4 15 3/4 15 1/4	30°,8	3 ,265	0 ,425	
49	Pompe de la rue aux Bras.	22 juin »	30 cc.	24 24	32°	3 ,392	0 ,576	
[illegible]	[illegible]				[illegible]	3 ,392	0 ,576	Analyse de M. C.

52	Pompe de la rue du Méry	31 mai	»	20 cc.	17 1/4 16 3/4 17	34°	3 ,604	0 ,612	
53.	Pompe de la rue derrière les Potiers (près du n° 21).	28 juin	»	20 cc.	17 17 1/3 17	34°,2	3 ,625	0 ,616	
54	Pompe du boulevard d'Avroy (en face de la verrerie)	31 mai	»	20 cc.	17 1/3 16 3/4 17 1/4	34°,2	3 ,625	0 ,616	Eau fort trouble, laissant un dépôt brunâtre.
55	Pompe de l'impasse Bottin (près de la rue des Tanneurs)	6 juin	»	20 cc.	17 1/4 17 1/2 17 1/4	34°,7	3 ,678	0 ,625	
56	Pompe de la rue à l'Eau (près de la route de Liége à Aix-la-Chapelle	20 »	»	20 cc.	17 1/2 18 17 1/2	35°,3	3 ,742	0 ,635	
57	Pompe de la rue des Prémontrés	31 mai	»	20 cc.	18 1/4 18 1/2 18 3/4	37°	3 ,922	0 ,666	
58	Pompe de la rue sur les Airs.	8 juillet	»	20 cc.	19 18 1/2	37°,5	3 ,975	0 ,675	
59	Pompe de la rue Mississipi	8 »	»	20 cc.	19 18 3/4	37°,8	4 ,007	0 ,680	
60	Pompe de la rue Mathieu Laensberg	8 »	»	20 cc.	19 1/4 19	38°,3	4 ,060	0 ,689	
61	Pompe de la rue Delfosse	8 »	»	20 cc.	19 19 1/4	38°,3	4 ,060	0 ,689	
62	Pompe de la rue Sous l'Eau (près du pont d'Amercœur)	20 juin	»	20 cc.	20 1/4 20 1/4 20 1/4	40°,5	4 ,293	0 ,729	

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
84	Fontaine de la rue Henkart (faubourg St.-Gilles) . .	17 mai 1864.	10 cc.	15 / 15 / 15	60°	6k,360	1gr,080	
85	Pompe du Quai d'Avroy (près de la chapelle du Paradis)	9 » »	10 cc.	15 / 15 1/4 / 15	60°,3	6 ,392	1 ,085	
86	Pompe de l'impasse Venta (rue Hors-Château) . . .	8 juillet »	15 cc.	23 / 23	61°,3	6 ,497	1 ,103	
87	Pompe du faubourg Ste.-Marguerite (près du no 209)	8 » »	15 cc.	23 1/4 / 23	61°,7	6 ,540	1 ,111	
88	Pompe de la rue St-Remy	31 mai »	10 cc.	16 / 16 / 16	64°	6 ,784	1 ,152	Contenait des matières en suspension à cause de l'incendie de la veille.
89	Pompe à Hocheporte (près du no 5).	8 juillet »	10 cc.	16 3/4 / 16 1/4 / 16 1/4	65°,7	6 ,964	1 ,183	
90	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 311) .	7 » »	10 cc.	16 3/4 / 16 3/4	67°	7 ,102	1 ,206	
91	Pompe de la rue Ste.-Véronique.	9 mai »	10 cc.	17 / 16 1/2 / 17 / [illegible]	67°,5	7 ,155	1 ,215	

94	Pompe de la ruelle des Bénédictines	31 »	»	10 cc.	17 3/4 17 3/4	70°,3	7 ,452	1 ,268	
95	Pompe de la rue sur la Fontaine (près du n° 53) . .	22 juin	»	10 cc.	17 1/2 17 3/4	70°,5	7 ,473	1 ,269	
96	Pompe du faubourg St.-Gilles (près du n° 106). . .	17 mai	»	10 cc.	18 17 1/2 17 3/4	71°	7 ,526	1 ,278	
97	Pompe du Quai d'Avoy (près de l'église des Bénédictines)	31 »	»	10 cc.	18 17 3/4 18 1/2	72°,3	7 ,664	1 ,301	
98	Pompe du béguinage St.-Christophe	17 »	»	10 cc.	18 1/2 18 1/2 18 1/2	74°	7 ,844	1 ,332	
99	Pompe du faubourg St.-Gilles (coin de la rue Jonfosse).	31 »	»	10 cc.	19 19 19	76°	8 ,056	1 ,368	
100	Pompe de la rue Pierreuse (près du n° 27)	22 juin	»	10 cc.	19 1/4 19 1/2 19 3/4	78°	8 ,268	1 ,404	
101	Pompe de la rue Volière					78°	8 ,268	1 ,404	Analyse de M. G. Dumont.
102	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du n° 363). .	7 juillet	»	10 cc.	20 20	80°	8 ,480	1 ,440	
103	Pompe de la rue St.-Séverin (près du fond de l'empereur)	22 juin	»	10 cc.	20 1/4 20 20 1/4	80°,7	8 ,554	1 ,453	Eau ayant une légère teinte brunâtre, a laissé un dépôt.
104	Pompe de la rue St.-Séverin (près de la rue des Bons Enfants).	22 »	»	10 cc.	20 1/2 20 1/4 20 3/4	82°	8 ,697	1 ,476	

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
84	Fontaine de la rue Henkart (faubourg St.-Gilles). .	17 mai 1864.	10 cc.	15 15 15	60°	6k,360	1gr,080	
85	Pompe du Quai d'Avroy (près de la chapelle du Paradis)	9 » »	10 cc.	15 15 1/4 15	60°,3	6 ,392	1 ,085	
86	Pompe de l'impasse Venta (rue Hors-Château) . . .	8 juillet »	15 cc.	23 23	61°,3	6 ,497	1 ,103	
87	Pompe du faubourg Ste.-Marguerite (près du no 209)	8 » »	15 cc.	23 1/4 23	61°,7	6 ,540	1 ,111	
88	Pompe de la rue St-Remy	31 mai »	10 cc.	16 16 16	64°	6 ,784	1 ,152	Contenait des matières en suspension à cause de l'incendie de la veille.
89	Pompe à Hocheporte (près du no 5).	8 juillet »	10 cc.	16 3/4 16 1/4 16 1/4	65°,7	6 ,964	1 ,183	
90	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 311) .	7 » »	10 cc.	16 3/4 16 3/4	67°	7 ,102	1 ,206	
91	Pompe de la rue Ste.-Véronique.	9 mai »	10 cc.	17 16 1/2 17 17	67°,5	7 ,155	1 ,215	
92	Pompe de la rue Ste.-Véronique (près du plan incliné	31 » »	10 cc.	17 17 [illegible]	68°	7 ,208	1 ,224	

	[illegible]	18 »	»	10 cc.	16 3/4 17 1/4	[illegible]	7 ,[illegible]	1 ,[illegible]	
94	Pompe de la ruelle des Bénédictines	31 »	»	10 cc.	17 1/4 17 3/4 17 3/4	70°,3	7 ,452	1 ,265	
95	Pompe de la rue sur la Fontaine (près du nº 53) . .	22 juin	»	10 cc.	17 1/2 17 3/4	70°,5	7 ,473	1 ,269	
96	Pompe du faubourg St.-Gilles (près du nº 106). . .	17 mai	»	10 cc.	18 17 1/2 17 3/4	71°	7 ,526	1 ,278	
97	Pompe du Quai d'Avoy (près de l'église des Bénédictines)	31 »	»	10 cc.	18 17 3/4 18 1/2	72°,3	7 ,664	1 ,301	
98	Pompe du béguinage St.-Christophe	17 »	»	10 cc.	18 1/2 18 1/2 18 1/2	74°	7 ,844	1 ,332	
99	Pompe du faubourg St.-Gilles (coin de la rue Jonfosse).	31 »	»	10 cc.	19 19 19	76°	8 ,056	1 ,368	
100	Pompe de la rue Pierreuse (près du nº 27)	22 juin	»	10 cc.	19 1/4 19 1/2 19 3/4	78°	8 ,268	1 ,404	
101	Pompe de la rue Volière					78°	8 ,268	1 ,404	Analyse de M. G. Dumont.
102	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du nº 363). .	7 juillet	»	10 cc.	20 20	80°	8 ,480	1 ,440	
103	Pompe de la rue St.-Séverin (près du fond de l'empereur)	22 juin	»	10 cc.	20 1/4 20 20 1/4	80°,7	8 ,554	1 ,453	Eau ayant une légère teinte brunâtre, a laissé un dépôt.
104	Pompe de la rue St.-Séverin (près de la rue des Bons_Enfants).	22 »	»	10 cc.	20 1/2 20 1/4 20 3/4	82°	8 ,697	1 ,476	

Nos D'ORDRE.	DÉSIGNATION DE L'EMPLACEMENT DES PUITS.	DATE de la prise d'essai.	VOLUME sous lequel l'essai a été fait.	RÉSULTATS de l'analyse.	DEGRÉS hydrotimétriques.	SAVON DÉCOMPOSÉ avant la production de la mousse.	QUANTITÉ de matières contenues en dissolution.	OBSERVATIONS.
						pr mètre cube. —	par litre. —	
105	Pompe du faubourg St.-Gilles (joignant l'établissement des Jésuites)	18 mai 1864.	10 cc.	20 1/4 20 3/4 20 3/4	82°,3	8k,724	1gr,481	
106	Pompe du faubourg St.-Léonard (près du no 419) .	7 juillet »	10 cc.	20 3/4 20 3/4	83°	8 ,798	1 ,494	
107	Pompe de la rue sur la Fontaine (petite ruelle près du faubourg St.-Gilles)	22 juin »	10 cc.	20 1/2 21 21	83°,3	8 ,830	1 ,499	
108	Pompe de la rue Coq-Raimont	8 juillet »	10 cc.	21 1/2 22	87°	9 ,222	1 ,566	
109	Pompe de la rue Pierreuse (près de la rue Volière).	22 juin »	10 cc.	23 1/2 23 3/4 23 1/2	94°,3	9 ,996	1 ,697	
110	Pompe de la rue Hocheporte (près du no 39)	8 juillet »	5 cc.	12 11 3/4	95°	10 ,079	1 ,710	

Dans le tableau qui précède, nous avons inséré dans la 7e colonne, les quantités de savon exigées par un mètre cube des diverses eaux avant d'obtenir la mousse; nous avons voulu donner ainsi une idée de la consommation de savon qui serait faite inutilement, si l'on se servait d'une eau trop dure, soit pour le lessivage du linge, soit pour les soins de la toilette. Ces chiffres ont été obtenus en multipliant ceux de la colonne précédente par 0gr,106, quantité de savon correspondante à un degré hydrotimétrique. Il est à remarquer que ces résultats seraient encore bien plus élevés si, au lieu de savon blanc de Marseille, on employait le savon vert ordinaire, qui est toujours plus ou moins humide.

Quant aux chiffres de la 8e colonne, nous les avons calculés, en nous servant des données de M. Gustave Dumont, c'est-à-dire en supposant : pour chaque degré hydrotimétrique :

0gr0138 de matières contenues dans un litre pour les eaux de gravier.

0gr,018 de matières contenues dans un litre pour les eaux de source.

CONCLUSION.

Nous avons représenté dans la planche XV les positions respectives des pompes et fontaines dont nous avons analysé les eaux; nous y avons indiqué aussi le parcours des diverses galeries et arènes.

En jetant un coup d'œil sur ce plan, on peut remarquer les trois faits suivants :

1° Les eaux, puisées dans les quartiers d'Outre-Meuse et de la Boverie, entre l'Ourthe et la Meuse, sont celles qui contiennent le moins de substances en dissolution; elles ont pour origine l'eau de rivière qui a filtré à travers le gravier.

2° Sur la rive gauche de la Meuse et sur la rive droite de l'Ourthe (près du pont d'Amercœur), le degré de crudité est plus élevé. Les eaux, qu'on y trouve, proviennent du mélange des précédentes avec les eaux de source qui se sont infiltrées dans la couche perméable de gros gravier. Il en résulte que dans les endroits où se font des épuisements fréquents, l'eau de rivière, en passant en plus grande quantité à travers le fin gravier, fera baisser le degré de crudité des eaux; c'est ce que l'on remarque au commencement du faubourg Saint-Léonard où de nombreuses usines et l'établissement des lavoirs publics consomment de grandes quantités d'eau.

3° A mesure que l'on s'éloigne de la Meuse pour s'élever sur les côteaux, le degré de crudité augmente; c'est que dans ces endroits, on recueille les eaux de source provenant du terrain crétacé. Cependant les eaux des fontaines du faubourg Sainte-Marguerite conservent encore une certaine pureté (23°), ce sont celles que la galerie de la société Roland amène dans la ville. Pour les autres galeries et arènes, nous remarquons les compositions suivantes :

Galerie Saint-Laurent.	46°	hydrot.
Arène de la Cité.	75° à 85°	—
Arène Richon Fontaine. . . .	50° à 60°	—
Arène de la Haille	78°	—
Arène l'Official.	60°	—
Arène Saint-Lambert.	52°	—
Arène Thier-de-la-Fontaine. .	70°	—

Quelques-unes de nos analyses ayant déjà été faites en 1856 par M. G. Dumont, nous avons comparé nos résultats avec ceux obtenus à cette époque. C'est ainsi que nous avons remarqué des différences assez notables pour les eaux du bas de la ville, sur les bords de la Meuse. Le degré de crudité trouvé pour ces eaux par M. Dumont est notablement supérieur à celui qui résulte de nos analyses. Cette différence peut s'expliquer facilement en se basant sur ce

qui précède. En effet ces eaux, avons-nous dit, résultant du mélange des eaux de gravier avec les eaux de source, présenteront des compositions différentes suivant la manière dont s'est opéré le mélange. Or, l'abondance des pluies, l'exhaussement du niveau de la Meuse, des épuisements fréquemment répétés, le tarissement des sources alimentant les arènes, sont autant de causes qui augmenteront dans le mélange la quantité d'eau de gravier comparativement à celle d'eau de source. Ce qui tend du reste à faire admettre cette supposition, c'est que pour *toutes* ces eaux, le degré hydrotimétrique, trouvé par nous, est inférieur à celui donné par M. Dumont.

Quant aux eaux des deux autres catégories, nos résultats présentent peu de différence avec ceux trouvés précédemment. On pourrait cependant expliquer les quelques écarts que l'on y remarque, par les diverses causes signalées plus haut, et à l'appui desquelles, viendraient s'ajouter les influences exercées, soit par les égoûts, soit par la nature des remblais ayant servi au rehaussement du sol, soit par les résidus des usines à gaz, fabriques d'alun, etc., rejetés à l'intérieur du sol.

Il nous reste à dire un mot sur les différences de température que l'on remarque dans les eaux de Liége.

Nous avons déjà dit que les eaux de source, qui alimentent cette ville, avaient une température constante, variant seulement entre 11° et 13° centigrades. Il n'en est pas de même des eaux de gravier dont la chaleur dépendra naturellement de l'époque de l'année pendant laquelle se fera leur épuisement. Ainsi on a remarqué que l'eau de Meuse avait en hiver une température pouvant descendre jusque zéro, tandis qu'en été, cette dernière s'élève quelquefois à 21°. Cette eau, en traversant le gravier, produira naturellement avec ce dernier un échange de calorique d'autant plus intense que les différences de température seront plus grandes et que le contact aura été plus long-

temps prolongé. Toutefois l'eau et le gravier étant tous deux mauvais conducteurs de la chaleur, cette action ne pourra se faire brusquement ; elle deviendra, du reste, d'autant moins importante que ces deux corps, par suite de leur contact, acquerront des degrés de chaleur plus rapprochés. Ainsi donc, en hiver, l'eau puisée sur les bords de la Meuse ou de l'Ourthe, aura une température voisine de zéro, en été, au contraire, celle-ci s'élevera jusque 21° centigrades, au printemps et en automne la température extérieure étant sensiblement la même que celle de l'intérieur du sol, cette eau aura la même chaleur que les eaux de source. Enfin plus on s'éloignera des rives de ces cours d'eau, plus les limites, entre lesquelles oscillera la température de l'eau, se rapprocheront de la moyenne 11°.

Telles sont les diverses considérations que nous avons cru pouvoir émettre sur la nature des eaux de la ville de Liége. La question de l'alimentation des grands centres de population est un sujet tellement vaste, qu'il nous était impossible, vu le peu de temps que nous pouvions y consacrer, de l'approfondir davantage. Nous espérons cependant que, malgré cette imperfection, notre travail ne restera pas stérile.

Liége, 25 juillet 1864.

LÉGENDE DE LA PLANCHE XV.

1 Eau de l'Ourthe.
2 Eau de Meuse (Paradis).
3 Impasse Rue Roture.
4 Rue Roture (n° 26).
5 Rue Gnde-Bêche (n° 101).
6 Rue Gnde-Bêche (n° 53).
7 Rue de Bêche.
8 Rue sur le Mont.
9 Place St.-Pholien.
10 Rue des Franchimontois.
11 Rue Pécluse.
12 Impasse de la rue Potiérue.
13 Place du Marché.
14 Halle aux Viandes.
15 Place des Récollets.
16 Rue Gnde-Bêche (n° 32).
17 Rue St.-Éloy.
18 Faubourg Saint-Léonard (n° 101).
19 Rue du Rouleau (pont de briques).
20 Rue du Rouleau.
21 Faubourg Saint-Léonard (n° 135).
22 Rue Grande Nasarue.
23 Quai d'Avroy (Rue de la Station).
24 Faubourg Saint-Léonard (n° 30).
25 Rue Petite Nasarue.
26 Rue des Récollets.
27 Mont St.-Martin.
28 Faubourg Saint-Léonard (n° 179).
29 Faubourg Ste.-Marguerite (n° 225).
30 Faubourg Ste.-Marguerite (n° 113).
31 Faubourg Ste.-Marguerite (n° 151).
32 Rue Delfosse (Rue Saint-Thomas).
33 Près du pont St.-Julien.
34 Rue sur les fossés (en bas).
35 Faubourg Ste.-Marguerite (n° 75).
36 Près de l'Abattoir.
37 Degrés des Tisserands.
38 Rue sur les fossés (en haut)
39 Rue du Vert-Bois.
40 Faubourg Vivegnis (n° 85).
41 Impasse de l'Ange.
42 Place Ste.-Barbe.
43 Rue Porte-aux-Oies.
44 Faub. d'Amercœur (Saint-Remacle).
45 Place des Carmes.
46 Rue aux Bras.
47 Rue Basse-Wez.
48 Faub. Vivegnis (n° 113).
49 Rue du Méry.
50 Rue derrière les Potiers.
51 Quai d'Avroy (verrerie).
52 Impasse Bottin (rue des Tanneurs).
53 Rue à l'eau.
54 Rue des Prémontrés.
55 Rue sur les airs.
56 Rue Mississipi.
57 Rue Mathieu Laensberg.
58 Rue Delfosse.
59 Rue sous l'eau.

60 Faubourg Saint-Laurent (pont du chemin de fer).
61 Rue Cherayoie.
62 Faub. Vivegnis (nº 177).
63 Rue Pierreuse (en haut).
64 Caserne St.-Laurent.
65 Impasse Bougnoux.
66 Chemin de Xhovemont.
67 Rue Florimont.
68 Impasse du Berger.
69 Impasse du Champion.
70 Rue Neuve (pont d'Amercœur.
71 Rue St.-Laurent (église Ste.-Agathe).
72 Cour de la gendarmerie.
73 Rue Table de Pierre.
74 Rue Sur la Fontaine (rue Jonfosse.
75 Faub. Vivegnis (nº 285).
76 Quai de Longdoz.
77 Impasse de la Couronne.
78 Rue Frère Michel.
79 Rue Bergerue.
80 Faub. Vivegnis (nº 225).
81 Quai d'Avroy (Chapelle du Paradis).
82 Rue Henkart (faubourg St.-Gilles).
83 Impasse Venta.
84 Ste.-Marguerite (nº 209).
85 Rue St.-Remy.
86 Hocheporte (nº 51).
87 Faub. St-Léonard (nº 311)
88 Rue Ste.-Véronique.
89 Rue Ste.-Véronique (près du plan incliné).
90 Faubourg St.-Gilles (rue Lambert-le-Bègue.
91 Ruelle des Bénédictines.
92 Rue sur la Fontaine (nº 53).
93 Faub. St.-Gilles (nº 106).
94 Quai d'Avroy (Bénédictines).
95 Béguinage St-Christophe.
96 Faubourg St.-Gilles (rue Jonfosse).
97 Rue Pierreuse (nº 27).
98 Rue Volière.
99 Faubourg Saint-Léonard (nº 363).
100 Fond de l'Empereur.
101 Rue des Bons Enfants.
102 Faubourg Saint-Léonard (nº 419).
103 Faubourg St.-Gilles (près des Jésuites).
104 Rue sur la Fontaine.
105 Rue Coq Raimont.
106 Rue Pierreuse (R. Volière)
107 Rue Hocheporte.

ÉTUDE

SUR LES EFFETS

DES POUDRES VIVES ET DES POUDRES LENTES

DANS LES BOUCHES A FEU RAYÉES.

Bien des recherches ont été faites pour déterminer les efforts qu'exercent sur les projectiles et les parois des bouches à feu, les gaz développés par la déflagration des charges, et cependant on n'a pu formuler encore avec une exactitude suffisante les lois qui régissent le mode d'action des poudres, lorsque les gaz qu'elles produisent ne peuvent librement se détendre. C'est qu'indépendamment des difficultés analytiques du problème, on manque de données positives sur les circonstances de l'inflammation et de la combustion des charges de poudre contenues dans des espaces limités. Les difficultés et les dangers des expériences résultant de la grande vivacité des poudres ordinaires et l'impossibilité presque absolue d'apprécier des différences en temps extrêmement petites, ont presque toujours empêché les observateurs de tenir un compte suffisant de ces différences.

Ainsi, dans son traité si remarquable d'ailleurs sur les propriétés et les effets de la poudre, Piobert admet que la rapidité de combustion est constante et indépendante de la température et de la tension des gaz dans la capacité où cette combustion s'opère. Une expérience bien simple prouve que cette hypothèse n'est pas conforme à la vérité. Si dans un tube résistant fermé à l'une de ses extrémités, on tasse une certaine quantité de pulvérin, de manière à lui donner la densité de la poudre, il brûle, lorsqu'on l'enflamme, par couches régulières et sa combustion s'achève dans un temps qu'il est facile de mesurer. Si l'on charge le tube de la même façon, mais qu'on fixe solidement sur son orifice un obturateur percé d'une lumière étroite, la déflagration s'accomplit avec explosion dans un temps infiniment plus court. L'accroissement de tension résultant de l'obstacle apporté à l'échappement du gaz, a donc augmenté considérablement la rapidité de combustion. L'accélération de la vitesse de combustion se manifeste plus clairement encore lorsqu'on répète cette expérience en employant au lieu de pulvérin des poudres lentes grainées, telles que les poudres barytiques : ces poudres fusent lorsque l'orifice du tube reste ouvert ou que l'obturateur est percé d'une lumière d'un diamètre un peu grand, tandis qu'elles font explosion dès que la lumière est assez étroite pour que les gaz de la poudre puissent développer dans le tube une tension suffisante. Dans le phénomène du *long feu*, en général, on constate encore qu'une combustion lente d'abord, augmente de rapidité avec la tension.

L'hypothèse de l'invariabilité de la vitesse de combustion n'est donc pas admissible et ne peut être prise comme point de départ d'une théorie sur les effets des poudres.

Si l'on suppose une charge de poudre composée de grains sphériques, homogènes, simultanément enflammés à l'air libre, on comprend que les quantités de gaz produites par la combustion de cette charge, dans des intervalles de temps

égaux, iront en décroissant, parce que la poudre doit brûler par couches d'épaisseur égale dans des temps égaux, et que les surfaces des grains en ignition diminueront avec les diamètres de ces grains, et cela en raison des carrés de ces diamètres. Mais, dans une pièce d'artillerie, comme les gaz retenus par le projectile ne peuvent se dissiper à mesure qu'ils se produisent, la pression et la température augmenteront dans l'espace occupé par la poudre, et la rapidité de combustion cessera d'être uniforme ; elle croîtra avec la pression et la température : celles-ci varieront par le déplacement du projectile, déplacement qui à son tour s'effectuera en vertu de la pression du gaz de la poudre ; série de phénomènes dépendant les uns des autres et formant une chaîne dont on ne peut isoler un seul anneau.

On sait pourtant que la rapidité de combustion de la poudre brûlant sous pression est très-grande, et l'on conçoit que la force de pression agissant sur le projectile puisse aller en croissant à mesure que la poudre se combure, jusqu'à ce que le projectile ait acquis dans l'âme de la pièce une vitesse qui dépasse celle avec laquelle les gaz se produisent. Si l'on représentait par une courbe l'intensité variable de l'action exercée sur le projectile et les parois de la bouche à feu, que l'on prît à cet effet pour abscisses les distances, à partir de l'origine du mouvement, des points successivement occupés par le projectile, et pour ordonnées les pressions exercées sur le projectile correspondantes à ces points, cette courbe aurait une ordonnée maxima pour le point du trajet pour lequel la vitesse de translation serait égale à la rapidité de combustion. En effet, tant que le projectile n'aurait pas atteint ce point, les gaz de la poudre affluant plus vite que l'espace en arrière du projectile n'augmenterait, la pression croîtrait ; tandis qu'une fois ce point dépassé, l'espace augmentant plus vite que les gaz n'affluent, la pression diminuerait. La courbe exprimant le mode de variation des pressions se composerait donc de deux parties

ou branches : l'une ascendante, depuis la position initiale du projectile jusqu'au maximum; l'autre descendante à partir du maximum jusqu'à hauteur de la bouche de la pièce. Le travail total fourni au projectile se composant de la somme des pressions ou impulsions successives qu'il aurait reçues, serait représenté par la surface comprise entre l'axe des abscisses et la courbe, depuis l'origine du mouvement jusqu'à la bouche de la pièce.

Les projectiles ayant un poids assez grand, surtout pour les gros calibres, et conséquemment une masse considérable, présentent à l'effort des gaz une résistance d'inertie qui ne peut être que progressivement vaincue. Si la poudre est très vive elle aura produit une grande quantité de gaz, avant que le projectile se soit sensiblement déplacé; dès lors la pression des gaz et les ordonnées qui la figurent croîtront très vite, et la première branche de la courbe dont nous avons parlé plus haut, aura une direction rapidement ascendante. De plus, en vertu de cette action violente, le projectile acquerra promptement une vitesse considérable, de sorte que le point maximum de la courbe des tensions sera assez rapproché de l'origine du mouvement. Si, au contraire, la poudre brûle plus lentement, les accroissements de pression seront moins grands, la direction de la première branche de la courbe, moins rapidement ascendante, et l'ordonnée maxima plus éloignée de l'origine (1).

(1) Comme les espaces parcourus et les vitesses acquises dépendent de l'intensité des pressions, on pourrait croire que pour les poudres lentes les pressions augmentant lentement, les déplacements du projectile seront aussi moins considérables, de sorte que les abscisses variant peu comme les ordonnées, la courbe des tensions ne changerait pas de forme, et les ordonnées ne seraient pas déplacées. Démontrons qu'il ne peut en être ainsi.

Sans rien préjuger, quant à la nature de la fonction qui exprimerait la loi du mouvement du projectile, nous savons que si l'on a pour valeur des espaces parcourus $x = (F, t)$ on aura pour la vitesse acquise après le même temps t, $v = \frac{dx}{dt} = (F', t)$ et pour la pression ou force accélératrice $\varphi = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = (F'', t)$,

Ainsi la courbe tout entière se trouvera déplacée et ses paramètres seront modifiés sans toutefois qu'elle change de nature.

Comme le travail des poudres a pour mesure la surface des courbes ayant pour ordonnées la grandeur des pressions successives, des poudres agissant d'une manière fort différente et dont le mode d'action serait conséquemment représenté par des courbes de paramètres différents, pourront fort bien imprimer aux projectiles des vitesses égales; il suffira pour cela que leurs courbes représentatives offrent des surfaces équivalentes : mais les réactions que ces

c'est-à-dire que les grandeurs des vitesses et des pressions seront fournies par les première et seconde dérivées de la fonction qui donne les espaces parcourus en fonction du temps. Ces expressions sont tout-à-fait générales et s'appliquent aux effets produits par toute espèce de poudre. Les coëfficients numériques des termes de chacune de ces expressions seront seuls différents pour les différentes variétés de poudres.

Remarquons toutefois que φ est ici la fonction génératrice, c'est de son mode de variation par rapport au temps que l'on peut déduire les vitesses acquises et les espaces parcourus par le projectile. Nous disons qu'une poudre P' est plus lente qu'une autre P lorsqu'elle développe ses gaz dans un temps plus long, lorsqu'elle fait croître moins rapidement la tension dans l'espace limité où la combustion s'accomplit; en supposant mobile une des parois de la capacité qui la renferme, nous ne modifions pas l'hypothèse.

Si nous représentons par une courbe la fonction $\varphi=(F'\,t)$ en prenant les temps t pour abscisses et les pressions φ pour ordonnées, les vitesses $v=\int \varphi\, dt$ seront figurées par les espaces compris entre cette courbe et l'axe des abscisses. Ces surfaces augmenteront d'autant plus rapidement que φ croîtra plus vite par rapport à t ou que la poudre sera plus vive. Mais si pour passer de la valeur $\varphi=\alpha$, à celle très voisine $\varphi=\alpha+h$, il faut pour la poudre vive un temps $\Delta\, t$, tandis que pour la poudre lente il faille un temps $\Delta' t = n\,\Delta\, t > \Delta\, t$, la vitesse dans le premier cas aura augmenté de $\frac{2\alpha+h}{2}\Delta t$ et dans le second de $n\,\frac{2\alpha+h}{2}\,\Delta t$ de sorte qu'en définitive, lorsqu'une poudre lente aura agi sur un projectile pendant un temps assez long pour exercer sur lui la même pression qu'une poudre vive, elle lui aura imprimé une vitesse plus grande.

Le même mode de raisonnement s'applique à la relation entre les vitesses et les espaces. Si une force agit sur un mobile de façon à lui faire atteindre une certaine vitesse dans un temps plus long, elle aura fait parcourir à ce mobile un espace plus considérable, qu'une autre force qui aurait imprimé au mobile la même vitesse dans un temps plus court. Ainsi pour des poudres plus lentes comparées à des poudres plus vives, des tensions égales correspondent nécessairement à des vitesses plus grandes et à des parcours plus étendus.

poudres exerceront sur les parois des bouches à feu seront loin d'être semblables.

Soit *A B C*, *A B' C'* (fig. 1, pl. XVI), deux courbes que nous supposerons représenter l'action de deux poudres différentes *P* et *P'* dans une pièce donnée. La courbe *A B C*, relative à la poudre vive *P* offre une première branche rapidement ascendante jusqu'à la pression maxima *m B* correspondante au point *m* du trajet du projectile; pour la courbe *A B' C'*, relative à la poudre lente *P'*, la première branche est moins raide et le maximum de pression *m' B'* plus éloigné de l'origine. Si les surfaces comprises entre l'axe des abscisses *A X* et les courbes *A B C*, *A B' C'*, sont égales, les projectiles arrivés en *X*, c'est-à-dire à la bouche de la pièce, auront reçu la même somme d'impulsions et seront animés de la même vitesse, soit qu'on ait employé la poudre vive *P*, soit qu'on se soit servi de la poudre lente *P'*; mais si l'on a fait usage de la poudre *P*, la partie postérieure de l'âme de la pièce, comprise entre le point *m* et le fond de la chambre, aura été soumis à un effort *m B*, tandis qu'avec la poudre *P'*, du fond de l'âme en *m'*, la pièce n'aura dû supporter qu'un effort *m' B'* sensiblement moins grand que *m B*. Toutes choses égales d'ailleurs, il est clair que la poudre *P'* fatiguera bien moins la pièce que la poudre *P*.

On n'ignorait pas que les poudres vives et les poudres lentes agissent d'une manière différente, on se rendait fort bien compte de leur mode d'action et l'on avait reconnu depuis longtemps les inconvénients des poudres trop rapides et leurs effets brisants dans les forts calibres; mais on ne pouvait guère tirer parti de ces notions et de ces inductions, faute de moyens pratiques d'étudier et de déterminer les effets mécaniques réels qui se produisent dans la déflagration des charges. D'ailleurs, comme on obtenait des bouches à feu et de la poudre en usage, les effets désirés, on ne se préoccupait pas beaucoup de la balistique intérieure.

Mais dans ces derniers temps, la substitution de projectiles forcés de forme allongée et de poids considérables aux projectiles ronds simplement ensabottés, a singulièrement modifié les conditions du tir, et l'on n'a pas tardé à remarquer qu'avec la poudre ordinaire, employée même à faibles charges, les nouvelles pièces d'artillerie sont soumises à des efforts si grands qu'ils atteignent presque leur coëfficient de résistance.

L'étude de la balistique intérieure, des phénomènes mécaniques relatifs à l'action des poudres, est devenue conséquemment d'une importance capitale, et l'artillerie belge a reconnu la nécessité de reprendre les expériences que vers la fin de l'année 1853 on avait tentées en Prusse sous la direction du capitaine Neumann.

L'appareil dont on s'est servi à cet effet est fort simple. Dans une pièce rayée d'ordonnance, on perce latéralement une lumière horizontale débouchant dans la chambre, à hauteur de la tranche postérieure du projectile. Cette lumière est prolongée à l'extérieur par un bout de canon de fusil bien alézé et solidement fixé à la pièce. Si l'on introduit dans ce canon un projectile cylindrique de calibre, on conçoit que sous l'effort des gaz de la charge de la bouche à feu, ce cylindre sera lancé en même temps que le projectile de la pièce avec une vitesse proportionnelle au temps pendant lequel il aura été soumis à la pression des gaz.

Si le cylindre offre, à section égale, la même résistance au déplacement que le gros projectile, il prendra la même vitesse que celui-ci et parcourra le même espace dans le même temps; si pour une même section sa résistance au déplacement n'est que la moitié de celle du gros projectile, il parcourra dans le même temps un espace double, et il aura acquis une vitesse double.

Supposons qu'on ait introduit dans le canon latéral un cylindre offrant pour l'unité de section un poids qui soit le quart de celui correspondant à l'unité de section du gros

projectile, et que l'on ait enfoncé ce cylindre jusqu'à ce que sa tranche postérieure se trouve à $0^m,20$ de la bouche du canon latéral : lorsque la charge s'enflammera la pression des gaz de la poudre agira en même temps sur le gros projectile et sur le cylindre ; mais ce dernier moins résistant prendra une vitesse quadruple et sera soustrait à l'action du gaz après avoir parcouru un trajet de $0^m,20$, tandis que le gros projectile se sera déplacé de $0^m,05$ seulement. Si donc, l'on mesure à l'aide d'appareils électro-balistiques, la vitesse initiale du cylindre, il suffira de prendre le quart de cette vitesse pour avoir celle acquise par le gros projectile après un parcours de $0^m,05$ dans l'âme de la pièce.

Pour que cela fût absolument vrai, il faudrait que dans toute la capacité de la chambre, de la lumière et du canon latéral, les gaz eussent exactement la même tension ; or, il n'en est pas ainsi : les parties les plus éloignées du centre d'explosion de la charge sont probablement sous une tension moindre ; on doit donc croire que dans le dispositif décrit ci-dessus, le gros projectile aura toujours une vitesse un peu plus grande et les gaz une tension un peu plus forte que celles que l'on déduira de l'observation de la vitesse des cylindres. Les différences entre les vitesses et les tensions calculées et les vitesses et les tensions réelles seront d'autant plus grandes que ces dernières seront plus considérables et que les cylindres seront enfoncés moins profondément dans le canon latéral et conséquemment plus loin du centre d'explosion.

Il ne faut donc pas attacher une confiance absolue aux indications de l'appareil, mais on peut très bien les admettre comme suffisamment exactes pour la détermination des rapports entre les effets des différentes poudres ; car les erreurs sur les grandeurs à comparer étant toutes dans le même sens, les rapports entre ces grandeurs n'en seront pas sensiblement altérés.

L'appareil d'épreuve a été adapté à une pièce rayée de

24 ℔, les tirs ont eu lieu à la charge réglementaire de 2^k,260 de poudre ordinaire (dite de 1857) avec l'obus emplombé pesant 29^k,370. On a employé, comme projectiles dans le canon latéral, deux cylindres, l'un du poids de 61^{gr},192, l'autre de 122^{gr},384, correspondant respectivement à un quart et à moitié du poids du projectile à section égale. Les vitesses acquises par les cylindres au sortir du canon latéral, ont été mesurées au moyen de l'appareil électro-balistique du lieutenant Le Boulanger.

Le tableau suivant renseigne les résultats constatés :

Tirs du canon rayé de 24 lançant des projectiles du poid

(1) POIDS des CYLINDRES.	(2) Espaces parcourus par les cylindres.	(3) Vitesses acquises par les cylindres.	(4) Espaces parcourus par le projectile.	(5) Vitesses acquises par le projectile après le parcours de ces espaces, d'après l'expérience.	(6) Accroissement des vitesses d'après l'expérience.	(7 Pres d'apr form $F = m$
gr	m	m	m	m	m	
61,192	0,09	120,35	0,0225	30,09		120,1
	0,11	143,01	0,0275	35,75	5,66	121,4
	0,13	183,14	0,0325	45,78	10,03	275,5
	0,15	252,67	0,0375	64,17	18,39	708,6
122.384	0,075	129,24	»	64,62		
	0,085	153,86	0,0425	76,93	12,76	588,9
	0,095	168,50	0,0475	84,25	7,32	370,6
	0,105	191,66	0,0525	95,83	10,58	608,3
			0,0565			
	0,15	227,05	0,075	113,52		
	0,20	245,21	0,100	122,60		

,370 à la charge ordinaire de 2^k,260 de poudre ordinaire.

(8) esses rigées.	(9) Accroissement des vitesses corrigées.	(10) Pressions d'après la formule : $F = mv\,\frac{dv}{dx}$.	(11) Pressions constantes qui eussent donné ces vitesses en agissant pendant le parcours de ces espaces.	(12) Pressions à la fin des parcours, si la pression avait crû proportionnellement aux espaces parcourus.	(13) Vitesses en supposant l'accélération constante moyenne 1825,71 par mètre.	(14) Pressions déduites de l'hypothèse de l'accroissement constant des vitesses.
m	m	k	k	k	m	k
34,50		158,698	79,349	158,698	41,09	225,000
43,00	8,5	219,300	100,854	201,709	50,21	275,000
52,50	9,5	299,250	127,211	254,423	59,34	325,000
62,50	10,00	375,000	158,383	316,766	68,46	375,000
»	»					
73,00	10,50	459,900	188,082	376,164	77,59	425,000
84,00	11,00	554,400	222,821	445,642	86,72	475,000
95,85	11,85	657,487	262,500	525,000	95,85	525,000
					103,15	565,000

Dans la troisième colonne du tableau, on a inscrit les vitesses des cylindres observées, ou plutôt les moyennes arithmétiques des nombres différents obtenus dans une série de coups tirés dans les mêmes conditions apparentes; mais ces moyennes et les vitesses du projectile qui y correspondent (colonne 5) ne forment pas une progression régulière; ce qui permet de supposer qu'on a admis dans leur supputation, des chiffres fournis par quelques coups anormaux. Si l'on cherche en effet à faire passer une ligne continue par les points déterminés par les nombres de la 5me colonne, on y remarque des irrégularités, des ressauts qui ne peuvent évidemment exister. (Voir le tracé pointillé fig. 3).

En régularisant le tracé de la courbe, on arrive par cette correction graphique aux chiffres indiqués dans la 8me colonne du tableau et c'est d'après ces chiffres corrigés qu'on a établi ceux des colonnes suivantes.

Les chiffres de la 8me colonne diffèrent en plus ou en moins des moyennes inscrites dans la 5me colonne, mais sont néanmoins compris dans les limites des coups extrêmes que l'on a admis dans le calcul des moyennes.

Les résultats tels quels fournis par l'expérience (3me et 5me colonnes) montrent tout d'abord :

1° Que la vitesse du projectile croît à mesure qu'il avance;

2° Que l'accélération de vitesse n'est pas uniforme.

Si l'on fait disparaître les irrégularités d'après les indications de la 8me colonne, on voit, que pour un même espace parcouru, soit 0^{m},005 la vitesse du projectile nulle à l'origine augmente successivement de 8^{m},50, 9^{m},50, 10^{m}, etc., jusqu'à ce qu'il soit arrivé à 0,0525 de sa position initiale; dans le parcours des cinq derniers millimètres, la vitesse croît de près de 12 mètres et s'élève à 96 mètres environ par seconde.

D'autre part les observations relatives aux points situés à 0,075 et à 0,100 de l'origine indiquent en ces points des vitesses de 114 et 123 mètres.

Si l'on admet pour un instant l'exactitude de ces observations, on remarquera que du point (0,0525) au point (0,075) la vitesse n'augmente que de 19 à 20 mètres (soit une accélération de moins de 5 mètres par 5 millimètres), et du point (0,075) au point (0,100) de 8 mètres seulement (soit moins de 2 mètres par 5 millimètres). On saura donc que depuis l'origine du mouvement jusqu'à 0,0525 environ, l'accélération de vitesse est croissante, tandis qu'au delà, bien que la vitesse grandisse toujours, son augmentation proportionnelle au parcours diminue.

Si nous représentons graphiquement (fig. 3) ces circonstances, la courbe figurant le mode d'accroissement des vitesses du projectile aura une direction ascendante de plus en plus rapide pour la première partie du parcours, puis s'infléchira pour continuer à s'élever sous une inclinaison de moins en moins sensible, jusqu'au point correspondant à la bouche de la pièce, où la vitesse pourra être constatée par l'expérience immédiate.

De ce que la vitesse va toujours en augmentant on doit conclure que le projectile est constamment sollicité par la pression des gaz (car si cette pression cessait d'agir, la vitesse deviendrait uniforme); et de ce que l'accélération de vitesse est variable, on conclura que la pression varie.

Comme une pression *uniformément* croissante déterminerait un accroissement *constant* de vitesse (1), l'inclinaison de plus en plus prononcée de la tangente à la courbe des vitesses, dans la première partie du trajet parcouru par le projectile (depuis l'origine du mouvement jusqu'à hauteur du point d'inflexion) montre que pendant ce trajet les pressions deviennent de plus en plus grandes et que la courbe des

(1) Soit $\varphi = n\,x = \frac{d\,v}{d\,t}$ comme $\frac{d\,x}{d\,t} = v$ on aura $d\,t = \frac{d\,x}{v}$ d'où $n\,x = v\frac{d\,v}{d\,x}$, $v^2 = n\,x^2$ et $v = \left(\sqrt{n}\right) x$, une force accélératrice uniformément croissante avec le parcours, imprime donc à un mobile une vitesse augmentant proportionnellement à l'espace parcouru.

Dans la troisième colonne du tableau, on a inscrit les vitesses des cylindres observées, ou plutôt les moyennes arithmétiques des nombres différents obtenus dans une série de coups tirés dans les mêmes conditions apparentes ; mais ces moyennes et les vitesses du projectile qui y correspondent (colonne 5) ne forment pas une progression régulière; ce qui permet de supposer qu'on a admis dans leur supputation, des chiffres fournis par quelques coups anormaux. Si l'on cherche en effet à faire passer une ligne continue par les points déterminés par les nombres de la 5me colonne, on y remarque des irrégularités, des ressauts qui ne peuvent évidemment exister. (Voir le tracé pointillé fig. 3).

En régularisant le tracé de la courbe, on arrive par cette correction graphique aux chiffres indiqués dans la 8me colonne du tableau et c'est d'après ces chiffres corrigés qu'on a établi ceux des colonnes suivantes.

Les chiffres de la 8me colonne diffèrent en plus ou en moins des moyennes inscrites dans la 5me colonne, mais sont néanmoins compris dans les limites des coups extrêmes que l'on a admis dans le calcul des moyennes.

Les résultats tels quels fournis par l'expérience (3me et 5me colonnes) montrent tout d'abord :

1° Que la vitesse du projectile croît à mesure qu'il avance;

2° Que l'accélération de vitesse n'est pas uniforme.

Si l'on fait disparaître les irrégularités d'après les indications de la 8me colonne, on voit, que pour un même espace parcouru, soit 0^{m},005 la vitesse du projectile nulle à l'origine augmente successivement de 8^{m},50, 9^{m},50, 10^{m}, etc., jusqu'à ce qu'il soit arrivé à 0,0525 de sa position initiale ; dans le parcours des cinq derniers millimètres, la vitesse croît de près de 12 mètres et s'élève à 96 mètres environ par seconde.

D'autre part les observations relatives aux points situés à 0,075 et à 0,100 de l'origine indiquent en ces points des vitesses de 114 et 123 mètres.

Si l'on admet pour un instant l'exactitude de ces observations, on remarquera que du point (0,0525) au point (0,075) la vitesse n'augmente que de 19 à 20 mètres (soit une accélération de moins de 5 mètres par 5 millimètres), et du point (0,075) au point (0,100) de 8 mètres seulement (soit moins de 2 mètres par 5 millimètres). On saura donc que depuis l'origine du mouvement jusqu'à 0,0525 environ, l'accélération de vitesse est croissante, tandis qu'au delà, bien que la vitesse grandisse toujours, son augmentation proportionnelle au parcours diminue.

Si nous représentons graphiquement (fig. 3) ces circonstances, la courbe figurant le mode d'accroissement des vitesses du projectile aura une direction ascendante de plus en plus rapide pour la première partie du parcours, puis s'infléchira pour continuer à s'élever sous une inclinaison de moins en moins sensible, jusqu'au point correspondant à la bouche de la pièce, où la vitesse pourra être constatée par l'expérience immédiate.

De ce que la vitesse va toujours en augmentant on doit conclure que le projectile est constamment sollicité par la pression des gaz (car si cette pression cessait d'agir, la vitesse deviendrait uniforme); et de ce que l'accélération de vitesse est variable, on conclura que la pression varie.

Comme une pression *uniformément* croissante déterminerait un accroissement *constant* de vitesse (1), l'inclinaison de plus en plus prononcée de la tangente à la courbe des vitesses, dans la première partie du trajet parcouru par le projectile (depuis l'origine du mouvement jusqu'à hauteur du point d'inflexion) montre que pendant ce trajet les pressions deviennent de plus en plus grandes et que la courbe des

(1) Soit $\varphi = n x = \frac{dv}{dt}$ comme $\frac{dx}{dt} = v$ on aura $dt = \frac{dx}{v}$ d'où $n x = v \frac{dv}{dx}$, $v^2 = n x^2$ et $v = (\sqrt{n})\, x$, une force accélératrice uniformément croissante avec le parcours, imprime donc à un mobile une vitesse augmentant proportionnellement à l'espace parcouru.

pressions tourne sa convexité vers l'axe des abscisses. A partir du point d'inflexion non-seulement les accroissements de vitesse commencent à diminuer (ce qui indiquerait simplement que les pressions augmentent moins vite), mais de plus on remarque que les sous-normales de la courbe des vitesses diminuent de longueur, ce qui prouve que l'intensité absolue des pressions est décroissante (1). Le maximum de pression correspond donc au point d'inflexion de la courbe des vitesses.

Si maintenant on examine l'allure de la courbe tracée conformément aux indications de la 8[me] colonne du tableau,

(1) Soit $v = (F x)$ l'équation de la courbe des vitesses, on sait que la vitesse $v = \frac{dx}{dt}$ et que la force accélératrice est $\varphi = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = v\frac{dv}{dx}$ d'où $\varphi = (F x)(F' x)$ (A), c'est-à-dire que la pression en un point quelconque x est représentée par la sous-normale à la courbe des vitesses (fig. 1).

Si la courbe des vitesses était réellement continue, si elle pouvait se représenter par une équation unique $v = (F x)$, pour trouver le maximum de pression il suffirait de poser $\frac{d\varphi}{dx} = (F' x)^2 + (F x)\ (F'' x)$ (B) $= o$ de rechercher la valeur de x qui satisfait à cette équation et de substituer cette valeur dans l'équation (A). Mais il est clair que jusqu'au point d'inflexion les deux facteurs de cette dernière équation augmenteraient simultanément, qu'au delà du point d'inflexion $(F x)$ continuerait à croître tandis que $(F' x)$ diminuerait; de plus pour le point d'inflexion $(F'' x)$ s'annulerait et l'équation (B) se réduirait à $\frac{d\varphi}{dx} = (F' x)^2$ de sorte que le maximum de φ ne pourrait coïncider avec le point d'inflexion et devrait se trouver au-delà. Cependant lorsque partout des données de l'expérience, on calcule $\varphi = (F x)\ (F' x)$, c'est-à-dire, lorsqu'on multiplie la vitesse par son coëfficient d'accroissement, on trouve que le produit est d'autant plus grand qu'on se rapproche davantage du point d'inflexion de la courbe expérimentale des vitesses, on voit par là que le maximum de pression correspond en réalité au point d'inflexion de la courbe des vitesses. On constate de plus que la courbe des pressions tourne constamment sa convexité vers l'axe des abscisses et qu'en conséquence son ordonnée maxima correspond à un point de rebroussement ou plutôt d'arrêt et non à un maximum géométrique. On doit forcément en conclure que ni la courbe des vitesses, ni celle des pressions ne sont des courbes continues, mais qu'elles sont formées au contraire de la réunion de deux arcs de courbes différentes. La première branche de la courbe des pressions se rapporte à la période de combustion de la poudre, pendant laquelle la pression va croissant à mesure que les gaz se forment, tandis que la seconde branche exprime les efforts successifs de moins en moins grands exercés par ces gaz dans la période de détente.

on verra que son point d'inflexion doit être compris entre les abscisses (0,0525 et (0,075), plus rapproché de la première que de la seconde et que le maximum de pression doit également tomber dans cet intervalle. Telles sont les conclusions que l'on peut déduire logiquement du tableau des expériences et des figures représentant les résultats obtenus.

Essayons de faire quelques pas de plus. A cet effet, cherchons quelles seraient les pressions capables d'imprimer au projectile les vitesses constatées en agissant sur ce mobile pendant la durée des trajets parcourus.

Depuis l'origine du mouvement jusqu'à un point distant de 0,0225 de cette origine, la vitesse du projectile nulle d'abord a été en croissant jusqu'à 34,50 mètres par seconde. Cette vitesse de 34,5 par seconde eût généralement été imprimée au projectile, si pendant le trajet il avait été soumis à une pression constante équivalente à un poids de 79,349 kilogr. ou bien s'il avait été soumis à l'action d'une force accélératrice uniformément croissante proportionnellement au parcours depuis 0 jusqu'à 158,698 kilogr. (1). Si l'accroissement des tensions des gaz de la poudre suivait la loi que nous venons de formuler, si la tension augmentait proportionnellement au parcours, la pression de ces gaz aurait donc été de 158,798 lorsque le projectile serait arrivé au point (0,0225). Au point (0,0275) le projectile

(1) Soit v la vitesse acquise par le projectile après le trajet X, comme la quantité de travail est la moitié de la force vive, on a $FX = \frac{1}{2} m v^2$ d'où $F = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{X}$ pour expression de la force accélératrice constante qui donnerait la vitesse v après un espace parcouru X.

Si la force accélératrice φ croissait proportionnellement à l'espace parcouru, on aurait pour expression de cette force en un point quelconque $\varphi = n x$ et, d'après les lois du mouvement accéléré $\int \varphi \, dx = \int n x \, dx = \int m v \, dv$ d'où $n x^2 = m v^2$ et pour le point X, $n X = F' = \frac{m v^2}{X}$ ou $2 F$.

Pour le cas actuel $m = \frac{P}{g} = \frac{29^k,370}{9^m,8088} = 3$.

a acquis une vitesse de 43 par seconde; la force accélératrice constante qui donnerait cette vitesse pour un parcours de 0,0275 est 100,854, la force accélératrice uniformément croissante susceptible de la produire s'élèverait jusqu'à 201,709 et ainsi de suite. Les valeurs des pressions ainsi calculées sont renseignées aux 11[me] et 12[me] colonnes du tableau. Notons que ces pressions doivent toutes être inférieures aux pressions réelles (colonnes 9 et 10) (1).

Quoiqu'il en soit, si nous effectuons le tracé rectifié de la portion de la courbe des vitesses dont l'expérience nous a fourni approximativement les ordonnées, et si nous exprimons ces ordonnées à une échelle mille fois plus petite que l'échelle des abscisses, nous obtenons une branche de courbe assez peu infléchie (fig. 3); la courbure paraîtrait bien moins sensible encore, si nous pouvions donner à la branche son véritable tracé en figurant les ordonnées et les abscisses à la même échelle. Nous ne commettrons donc pas dans l'évaluation du travail une erreur bien sensible en substituant à la courbe, la corde qui réunit ses points extrêmes (0) et (0,0525) ce qui revient à supposer que pendant le parcours, la vitesse a crû d'une manière uniforme ou que l'accélération de vitesse a été constante, hypothèse d'après laquelle nous avons calculé les pressions correspondantes aux vitesses pour chaque point. (Col. 13 et 14). Or, une vitesse croissant d'une manière uniforme depuis

(1) En effet, la pression uniformément croissante de 0 à 201,709 nécessaire pour donner au projectile la vitesse de 43 mètres à 0,0275 de l'origine, aurait été au point (0,0225) de 165,034, et le projectile aurait eu une vitesse de 35,17, or nous avons indiqué seulement 158,698k pour la pression et 34,50 pour la vitesse en ce point, il faut donc que la somme des impulsions imprimées au projectile pendant le trajet du point (0,0225) au point (0,0275) ait été plus grande que celle résultant de l'hypothèse d'un accroissement uniforme depuis l'origine jusqu'au point (0,0275); en ce dernier point elle a dû conséquemment dépasser 201,709k. Les chiffres inscrits dans la 12[me] colonne du tableau ne représentent donc pas les tensions réelles correspondantes aux différents points du trajet; chacun d'eux implique une somme plus forte d'impulsions antérieures. (Les chiffres réels des pressions sont inscrits dans la 10[me] colonne).

l'origine jusqu'au point (0,0525) et atteignant en ce point 95m,85 par seconde aurait été produite par une force accélératrice uniformément croissante aussi et exerçant en ce dernier point une pression de 525,000 kilogr. c'est-à-dire une force accélératrice augmentant de 10,000 kilogr. par millimètre de parcours (1). Nous savons d'ailleurs que le maximum de pression est un peu au delà du point 0,0525, nous pourrons donc admettre que jusqu'à ce point maximum, la pression suivra encore le même mode d'accroissement ou augmentera de 10,000 kil. par millimètre.

Nous savons de plus qu'à partir du maximum la pression décroît rapidement. Si l'achèvement de la combustion de la poudre coïncidait avec l'instant ou le projectile arrive au point où la pression est au maximum, c'est-à-dire, si dans cet instant tous les gaz que la poudre peut théoriquement fournir existaient tout formés dans l'espace en arrière du projectile (2), nous pourrions calculer les efforts qu'ils

(1) En général, si la vitesse croît proportionnellement aux espaces parcourus, on aura ;

$v = \alpha x$ et $\varphi = v \frac{dv}{dx} = \alpha^2 x$ ou plutôt $F' = m \alpha^2 x$. Le coëfficient moyen d'accroissement de vitesse est ici :

$\alpha = \frac{95^m,85}{0,0525} = 1825,71$ d'où :

$m \alpha^2 = 3 \times (1825,71)^2 = 10,000,000^k$ ou par millimètre 10,000 kil.

Comme $v = \alpha x = \frac{dx}{dt}$ donne $t = \frac{1}{\alpha}$ log. X, pour un coëfficient d'accroissement de vitesse α' on aurait $t' = \frac{1}{\alpha'}$ log. X pour le temps employé à parcourir le même espace, d'où :

$$t : t' :: \alpha' : \alpha \text{ ou } :: \sqrt{\varphi'} : \sqrt{\varphi}$$

Les temps employés pour le parcours d'un même espace sont donc en raison inverse des racines carrées des forces accélératrices, ou tensions.

(2) Nous avons tout lieu de croire que cette hypothèse est conforme à la réalité des faits. La rapidité de combustion croissant avec la pression et la poudre enflammée fournissant ainsi des quantités de gaz de plus en plus grandes à mesure qu'elle brûle, il est infiniment probable que la pression ne cesse d'augmenter que lorsque toute la poudre est consumée.

Les gaz générés, d'abord comprimés dans l'espace resserré où ils se sont déve-

exercent en se détendant, en ayant soin de tenir compte de l'abaissement de température qu'ils subissent par l'effet même de leur détente. La loi de décroissement des pressions dans cette hypothèse serait facile à exprimer analytiquement (1).

loppés par l'afflux de nouveaux gaz, agissent sur le restant de la charge comme l'air refoulé dans un briquet pneumatique, pénètrent dans les pores des grains et portent ainsi à la fois toute la masse à la température nécessaire pour que les éléments de la poudre réagissent.

C'est ce que confirme d'ailleurs la coïncidence du maximum de pression avec le point d'inflexion de la courbe des vitesses et la forme de la courbe des pressions: l'existence d'un point de rebroussement ou plutôt d'arrêt dans cette courbe montre que l'accroissement de plus en plus rapide de pression s'arrête brusquement et qu'instantanément les gaz n'agissent plus que par détente.

La supposition que le maximum de pression pourrait se produire avant la combustion totale de la charge, lorsque la vitesse acquise par le projectile et la rapidité de combustion de la charge se feraient équilibre, ne semble donc pas admissible, dans les circonstances normales du tir, c'est-à-dire lorsque le projectile présente à l'action des gaz une résistance suffisante pour utiliser convenablement cette action. Nous ferons observer encore que si elle était exacte, comme les poudres lentes brûlent moins vite que les poudres vives, le maximum de pression devrait, pour les poudres lentes, correspondre à une moindre vitesse du projectile. Or, c'est le contraire qui arrive comme on le verra plus loin; à charges égales plus la poudre est lente et plus le projectile a acquis de vitesse à l'instant où le maximum de pression se produit.

(1) Si une quantité donnée de gaz occupe sous la pression p un volume v à la température t et que l'on réduise la pression de manière à lui faire occuper le volume $v' = n\,v$, la température du gaz s'abaissera et deviendra $t' = \frac{t}{1.412n}$ ou $t' = \frac{t}{1.421}\,\frac{v}{v'}$ (le coëfficient 1.421 est relatif à l'air atmosphérique; pour les gaz de la poudre, il serait un peu différent peut-être, mais faute de données exactes, nous l'avons adopté comme suffisamment approché).

Ceci posé soit :

C, la longueur de l'espace qu'occupent les gaz de la poudre à l'instant où la combustion se termine,

S, la section de l'âme de la pièce,

Q, la quantité de gaz produits par la combustion ramenés à o et à la pression d'une atmosphère,

t, la température de ces gaz,

a, le coëfficient de dilatation des gaz, environ $\frac{11}{3000}$,

P, la pression qu'ils exercent sur la surface postérieure du projectile.

On aura :

$$P = \frac{Q}{CS}(1 + a\,t)\,(10320)\,S = \frac{Q}{C}\,(10320)\,(1 + a\,t).$$

Si le projectile cède à la pression de manière que C devienne x, la pression

Supposons donc :

1° Que la vitesse croisse de quantités égales dans le parcours d'espaces égaux, jusqu'à ce que le projectile ait acquis une certaine vitesse, ou ce qui est la même chose, que les pressions croissent proportionnellement aux espaces parcourus, jusqu'au point maximum dont la position est indéterminée.

2° Qu'à partir du moment correspondant au maximum de pression et à l'évolution complète des gaz de la poudre, ceux-ci n'agissent plus que par leur détente.

La branche ascendante de la courbe des pressions devien-

deviendra $p = \frac{Q}{x}$ (10320) $(1 + a\,t')$ mais le volume des gaz ayant augmenté dans le rapport de $\frac{x}{C}$ on aura $t' = \frac{t}{1.421}\,\frac{C}{x}$ d'ou $p = \frac{Q\,(10320)}{x}\left(1 + \frac{a\,t}{1,421}\,\frac{C}{x}\right)$,

$$p = Q\,(10320)\left\{\frac{1}{x} + \frac{a\,t\,C}{1.421}\,\frac{1}{x^2}\right\},$$

sera l'équation qui donnera la valeur des pressions pendant la détente des gaz.

Si nous représentons cette équation par une courbe dont les pressions seront les ordonnées, nous pourrons trouver la surface de cette courbe.

On aura :

$$S = Q(10320)\int dx\left\{\frac{1}{x} + \frac{a\,t\,C}{1.421}\,\frac{1}{x^2}\right\},\ S = Q\,(10320)\left\{\log. x - \frac{a t C}{1.421}\,\frac{1}{x}\right\}.$$

En prenant cette intégrale entre les limites, $x = l$ longueur totale de la bouche à feu et $x = C$ distance du point de départ de la courbe de détente au fond de l'âme, on trouvera $S = Q\,(10320)\left(\log.\frac{l}{C} + \frac{a\,t}{1.421}\,\frac{l - C}{l}\right)$.

$\left(\log.\frac{l}{C}\right.$ est le logarithme népérien du rapport, donc $\left.\log.\frac{l}{C} = 2.30\ \text{Log.}\frac{l}{C}\right)$.

Le travail total de la poudre étant par hypothèse, la surface du triangle compris entre la droite figurant l'accroissement des pressions et l'axe des abscisses, augmenté de la surface de la courbe de détente, on aura pour expression de ce travail, dans la pièce de 24 dont la chambre a 0,25 environ de longueur

$$T = \frac{P\,(C - 0{,}25)}{2} + Q\ (10320)\left\{2{,}30\ \text{Log.}\frac{l}{C} + \frac{a\,t}{1.421}\,\frac{l - C}{l}\right\}.$$

P étant la pression maxima correspondante à $x = C$.

dra dès lors une ligne droite, comme la première partie de la courbe des vitesses, tandis que la courbe de détente sera définie par la forme de son équation générale.

Ceci posé : la direction de la droite exprimant le mode d'accroissement moyen des vitesses fournie par l'expérience donne immédiatement la direction de la droite qui exprime le mode d'accroissement des pressions ; on connaît d'autre part l'équation de la courbe qui exprime leur décroissance à partir du maximum, il ne reste donc plus qu'à trouver la position de ce maximum.

A cet effet, rappelons-nous que le travail de la poudre a pour mesure la surface comprise entre l'axe des abscisses, soit l'axe de la bouche à feu, et la courbe représentant les pressions successives.

D'après ce que nous venons de dire plus haut, les lignes limites de cette surface sont :

1° La droite représentant le mode d'accroissement des pressions depuis l'origine du mouvement jusqu'au maximum;

2° La courbe dont la loi de la détente des gaz fournit l'équation;

3° L'ordonnée correspondante à la bouche de la pièce;

et 4° Enfin l'axe de la bouche à feu.

L'étendue de cette surface nous est connue puisque nous savons par la vitesse initiale du projectile, le travail qui a dû être dépensé pour lui donner cette vitesse. Pour déterminer toutes les circonstances du mouvement, il suffira donc de rechercher sur la droite indéfinie figurant le mode d'accroissement des pressions, un point tel, que si on le prend pour point de départ de la courbe de détente, la surface comprise entre les lignes indiquées plus haut, soit égale au travail effectif.

En appliquant cette méthode à la recherche du mode d'action de la charge normale $2^k,260$ de poudre ordinaire

sur le projectile creux pesant $29^k,370$ et les parois de l'âme de la pièce de 24 rayée on trouve (1) :

(1) Nous avons vu (note 1, p. 334) que l'équation de la courbe de détente est

$$p = Q\ (10320) \left\{ \frac{1}{x} + \frac{a\,t\,c}{1.421} \frac{1}{x^2} \right\}\ (1)$$

et que la pression maxima est $P = \frac{Q}{C}$ (10320 $(1 + a\,t)$ (2).

Nous savons d'autre part que la surface totale représentant le travail est

$$T = \frac{P\,(C - 0{,}25)}{2} + Q\ (10320)\ \left\{ 2{,}30\ \text{Log.} \frac{l}{C} + \frac{a\,t}{1.421} \frac{l - C}{l} \right\}\ (3).$$

Or, la vitesse initiale du projectile au sortir de la bouche à feu étant 300^m, on aura $T = {}^1/_2\, m\, V^2 = 1.5^k \times 90{,}000^m = 135000^{km}$.

Nous avons supposé que les pressions sur le projectile croissent régulièrement de 10,000 kil. par millimètre ou de 10 millions de kil. par mètre, d'où

$$P = 10{,}000{,}000^k\ (C - 0{,}25).$$

Nous connaissons la longueur totale de l'âme $l = 2{,}644$, nous connaissons également la quantité de gaz produits par la charge de poudre

$$Q = 2{,}260 \times 0{,}3385 = 0^{mc},765.$$

Les équations (2) et (3) deviennent donc :

$$(4)\quad 10{,}000{,}000\ (C - 0{,}25) = \frac{0{,}765}{C}\ (10320) \left(1 + \frac{11}{3000}\, t \right) \quad \text{et}$$

$$(5)\quad 135{,}000^{km} = \frac{10{,}000{,}000\ (C - 0{,}25)^2}{2} + 0{,}765\ (10320) \times \left\{ 2{,}30\ \text{Log.} \frac{2{,}644}{C} + t\, \frac{11}{3000 \times 1{,}421}\ \frac{(2{,}644 - C)}{2{,}644} \right\}.$$

En éliminant t entre les équations (4) et (5), on trouve la valeur de C en fonction de quantités connues. Cette valeur est sensiblement 0,3065, elle exprime la distance entre le fond de l'âme et le point où la tension est maxima. Comme la position initiale du projectile est à 0,25 du fond de l'âme, le parcours a été de $(0{,}3065 - 0{,}25) = 0{,}0565$. En substituant à C sa valeur dans l'équation (4), on trouve $t = 5705^o,45$.

Remplaçant ensuite Q, t et C par leurs valeurs dans l'équation (1) de la courbe de détente, cette équation devient :

$$p = 7894{,}85 \left(\frac{1}{x} + 4{,}5123\, \frac{1}{x^2} \right) = 7894{,}85 \left(\frac{x + 4.5123}{x^2} \right),$$

et donne en kilogrammes les pressions exercées sur le projectile pour tous les points de l'âme au-delà du maximum. (L'origine des coordonnées étant supposée au fond de l'âme).

En divisant les chiffres des pressions en kil. par $176{,}71 \times 1^k{,}032 = 182^k{,}36$, qui représente la pression d'une atmosphère sur le projectile, on a la tension in-

A. Que le maximum de pression des gaz se produit lorsque le projectile a parcouru un espace de 0,0565 à partir de sa position initiale,

B. Que cette pression maxima est de 565,000 kil. pour la section du projectile, ce qui correspond à une tension de 3098 atmosphères,

C. Qu'à partir du maximum, la pression exercée par les gaz diminue très-rapidement et qu'elle n'est plus à la bouche de la pièce que de 8076ᵏ ou de 44 atmosphères.

Les tirs dont les résultats moyens ont servi de base à nos calculs, ont été exécutés en plusieurs séances et dans des conditions atmosphériques diverses qui ont dû modifier, en plus ou en moins, la vivacité de la poudre employée. Les vitesses correspondantes à certains points du parcours du projectile ont donc pu être déterminées pour une qualité de poudre très-vive, tandis que pour d'autres points les indications fournies par les appareils se rapportent à la même poudre un peu ralentie. C'est en partie pour ce motif que nous avons substitué à la courbe des vitesses une droite offrant à peu près son inclinaison moyenne ce qui fausse nécessairement la détermination des pressions. Dès que l'on pourra, par un nombre suffisant d'essais répétés, constater avec exactitude les vitesses correspondantes aux différents points du parcours du projectile dans l'âme de la pièce, rien ne sera plus facile que de construire exactement la courbe des pressions. En effet, la pression correspondante à un point donné de la courbe des vitesses est repré-

térieure en atmosphères. Voici ces pressions et ces tensions pour quelques points du parcours.

A	0,3065	du fond de l'âme (pression maxima)			565,000ᵏ	ou	3,098 atmosphères.
»	0,40	»	»	»	242,370	»	1,329 »
»	0,50	»	»	»	158,285	»	868 »
»	0,60	»	»	»	112,184	»	615 »
»	1,00	»	»	»	43,505	»	238 »
»	1,50	»	»	»	21,194	»	115 »
»	2,00	»	»	»	14,767	»	64 »
»	2,644	(bouche de la pièce)		»	8,076	»	44 »

sentée par la sous-normale de cette courbe, et il suffit de multiplier la grandeur de la sous-normale par la masse du projectile pour avoir la mesure de la pression (1). (v. fig. 1).

Les expériences faites à la pièce de 24 rayée avec la charge normale de $2^k,260$ et le projectile plein pesant 36^k, ont indiqué pour des parcours égaux, des vitesses plus grandes encore que celles constatées dans le tir à obus, mais seulement dans la première partie du parcours (fig.3). Pour comparer les effets des charges dans ces circonstances, nous sommes forcés de suivre un peu plus rigoureusement les indications fournies par l'expérience que nous ne l'avons fait quand nous cherchions seulement les directions générales des courbes des vitesses et des tensions pour la poudre ordinaire. Nous tracerons en conséquence les courbes des vitesses suivant les données du tableau page 340. Les colonnes 4 et 5 de ce tableau contiennent encore des nombres approximatifs arbitraires s'écartant plus ou moins des moyennes arithmétiques des chiffres constatés dans les tirs (quoique ne sortant pas des limites des coups extrêmes) et nécessaires pour donner aux courbes des vitesses des tracés un peu réguliers. Les colonnes 8 et 9 indiquent les pressions exercées sur les projectiles aux différents points du trajet.

(1) On a vu (note 1, p. 330) que la force accélératrice Φ a pour valeur $Fx\,F'x$ ou $v\,\dfrac{dv}{dx}$ pour l'unité de masse. Cette valeur devient $m\,v\,\dfrac{dv}{dx}$ ou $m\,Fx\,F'x$ si la masse du projectile est m.

Tirs du canon rayé de 24 lançant, à la charge de $2^k,260$ de poudre ordinaire, des obus pesant $29^k,370$ et des projectiles pleins pesant 36 kilog.

Espaces parcourus par le projectile. (1)	Vitesses déduites de la moyenne des expériences. Obus. (2)	Projectiles pleins. (3)	Vitesses corrigées. Obus. (4)	Projectiles pleins. (5)	Accroissement des vitesses. Obus. (6)	Projectiles pleins. (7)	Pressions correspondantes d'après la formule $F = mv \frac{dv}{dx}$. Obus. (8)	Projectiles pleins. (9)
m	m	m	m	m			k	k
0,0225	30,09	32,45	30,00	33,25	m	m	120,000	187,502
0,0275	35,75	45,40	38,00	44,00	8,00	10,75	182,400	360,993
0,0325	45,78	53,93	48,50	58,50	10,50	14,50	305,550	647,884
0,0375	64,39	59,01	62,25	67,50	13,75	9,00	513,362	429,300
0,0425	76,93	71,85	74,50	73,50	12,25	6,00	547,573	336,570
0,0475	84,25	78,67	84,00	78,25	9,50	4,75	478,880	283,671
0,0525	95,83	80,02	91,00	82,25	7,00	4,00	382,200	251,092

On voit d'après ces chiffres, que les vitesses et les accroissements de vitesse sont plus grands pour les projectiles lourds, que les tensions sont plus considérables, et que le maximum de tension est plus élevé et plus près de l'origine du mouvement (1).

En somme il est hors de doute qu'en raison de l'extrême rapidité de combustion de la poudre ordinaire, cette poudre développe presque instantanément dans la chambre des pièces, une énorme quantité de gaz élevés à une haute température dont la tension imprime immédiatement au projectile de grands accroissements de vitesse, de sorte que la courbe des vitesses prend dans sa partie voisine de l'origine du mouvement une direction rapidement ascendante qui s'infléchit bientôt.

(1) Si l'on détermine les conditions du mouvement, en supposant que pour le projectile creux dont la masse est 3, le maximum de pression se trouve à 0,29 du fond de l'âme, d'où $C = 0{,}29$ et $C - 0{,}25 = 0{,}04$, on trouve pour la pression maxima $P = 607{,}648^k$ et pour la température au moment du maximum $t = 5815^o$, l'équation de la courbe de détente devient ainsi pour le projectile creux $p = 7894{,}85\left(\frac{x + 4{,}351}{x^2}\right)$ qui ne diffère pas beaucoup de celle que nous avons indiquée dans la note 1, page 337.

Pour le projectile plein dont la masse est 3,66 et qui sort de la bouche à feu avec une vitesse de 268^m (ce qui indique un travail utile de $131{,}438^{km}$ seulement, au lieu de 135,000), le calcul conduit aux conclusions suivantes : en admettant que le maximum se rencontre après un parcours de $0{,}0328 = \frac{0{,}04 \times 3^m}{3^m{,}66}$, d'où $C = 0{,}2828$, la pression maxima serait $P = 611{,}612$ k, la température maxima $t = 5702^o$ et l'on aurait pour équation de la courbe de détente $p = 7894{,}85\left(\frac{x + 4{,}161}{x^2}\right)$. Si le travail utile de la poudre sur le projectile avait été le même dans le tir avec le projectile plein que dans le tir à obus, on aurait trouvé pour la pression maxima la valeur $P = 635{,}106^k$ et pour la température maxima 5931° et pour l'équation de la courbe $p = 7894{,}85\left(\frac{x + 4{,}328}{x^2}\right)$.

Il se présente donc ici une circonstance digne de remarque et qui doit être examinée avec attention. Il semble que dans le tir à projectiles pleins, une partie de la force vive, que la charge est susceptible de produire, ne soit pas employée à la propulsion du projectile. Quel est le travail qui absorbe ainsi quelques mille kilogrammètres à chaque coup, n'y aurait-il pas refoulement du métal, déformation des parois de la pièce ?

Examinons actuellement comment agissent les poudres lentes.

On a mis en expérience au polygone deux espèces de poudres-saxifragines, l'une plus vive composée de 9 parties de poudre ordinaire et une partie de poudre barytique, l'autre plus lente contenant 20 p. °/₀ de poudre barytique.

Les tirs ont été exécutés à la charge de 3 kil. de poudre saxifragine, le projectile était l'obus emplombé du poids de 29ᵏ,370. Ces tirs ont donné les résultats consignés dans le tableau page suivante.

L'appareil indicateur des vitesses dont on s'est servi, n'a malheureusement pas permis de mesurer celles correspondantes à des points de l'âme distants de plus de 0,10 de l'origine du mouvement; mais il est facile de reconnaître d'après les chiffres du tableau, que les courbes des vitesses pour les poudres-saxifragines ont des directions générales formant avec l'axe des abscisses des angles bien moins ouverts que celui formé par la droite que nous avons substituée à la courbe des vitesses de la poudre ordinaire. Nous pouvons en conclure que ces courbes ont des courbures moins prononcées et que nous ne commettrons pas de grandes erreurs en les remplaçant à leur tour par des lignes droites. (fig. 3).

En adoptant pour coëfficient d'accroissement moyen des vitesses, le rapport $\frac{750^{m}}{1^{m}}$ pour la poudre saxifragine n° 1 $\left(\frac{1}{10}\text{ poudre barytique}\right)$ on trouve que l'accroissement moyen des pressions sur le projectile, doit être de 1687ᵏ,5 par millimètre de parcours jusqu'au maximum. Opérant ensuite comme nous l'avons fait à propos de la poudre ordinaire, c'est-à-dire cherchant sur la droite indéfinie figurant l'accroissement des pressions, un point tel, que la surface limitée par cette droite, la courbe de détente, l'ordon-

Tirs du canon rayé de 24 lançant des projectiles du poids de 29k,370 avec charges de poudres saxifragines.

Nº des poudres et charges.	Poids des cylindres.	Espaces parcourus par les cylindres.	Vitesses acquises par les cylindres.	Espaces parcourus par le projectile.	Vitesses du projectile après le parcours de ces espaces. d'après les moyennes.	Vitesses du projectile après le parcours de ces espaces. corrigées.	Pressions correspondantes.	Vitesses initiales du projectile.	Pressions maxima.
POUDRE SAXIFR. Nº 1.									
3 kil.	gr. 122,384	0,075	m. 67,73	0,0375	m. 33,86	m. 28,125			
	»	0,105	82,74	0,0525	41,37	39,375		m. 318	k. 368,818
	»	0,150	110,64	0,0750	55,32	56,25			
	»	0,200	149,75	0,100	74,87	75,00	k. 168,750		
4 kil.	»	0,200	256,43	0,100	128,21	128,00	491,520	377	648,806
POUDRE SAXIFR. Nº 2.									
3 kil.	122,384	0,105	54,57	0,0525	27,28	22,05			
		0,150	62,92	0,075	31,46	31,50			
		0,200	84,38	0,100	42,19	42,02	53,000	290	212,000
4 kil.		0,200	151,87	0,100	75,93	76,00	73,800	353	419,337

née terminale, et l'axe des abscisses soit égale au travail total de la poudre, on trouve que ce point maximum des pressions se rencontre à 0,2185 de l'origine du mouvement et que la pression s'y élève à 368,818 kil. soit 2022 atmosphères. Elle est ainsi environ d'un tiers moins forte que le pression maxima engendrée par la poudre ordinaire, tandis que la vitesse acquise par le projectile au sortir de la bouche à feu est d'une vingtaine de mètres plus grande (1).

La poudre saxifragine n° 2 (20 p. % de poudre barytique) a donné des résultats plus remarquables encore. En prenant pour coëfficient d'accroissement moyen des vitesses, le rapport $\frac{420,2}{1^m}$, on trouve que l'accroissement moyen des pres-

(1) La poudre saxifragine n° 1 à 10 p. c. de poudre barytique, doit d'après sa composition produire 390 litres de gaz par kil., soit pour 3 kil. $Q = 1,170$.

Le coëfficient d'accroissement des pressions est $1687^m,50$. On a donc pour la pression maxima :

$$P = 1,687,500\,(C - 0,25) = 1,170 \times 10320\,(1 + a\,t),$$

d'autre part, la vitesse initiale du projectile est 318^m, le travail est conséquemment $\frac{(318)^2 \times 3}{2} = 151638^{km}$.

$$\text{D'où } T = 151,638^{km} = \frac{P \times (C - 0,25)^2}{2} + (1,170 \times 10320)\left\{2,30 \text{ Log. } \frac{l}{C} + \frac{a\,t}{1,421}\;\frac{l - C}{l}\right\}.$$

La valeur de C qui satisfait à ces équations est $C = 0,4685$ distance entre le fond de l'âme et le point où la tension est maxima.

$C - 0,25 = 0,2185$ est le trajet parcouru par le projectile depuis l'origine du mouvement jusqu'au point maximum. La température au moment du maximum est $t = 3630°$. La pression maxima est 368,818 kil. ou 2022 atmosphères.

L'équation de la courbe de détente $p = 12074,4\left(\frac{x + 4,3837}{x^2}\right)$.

Voici les pressions ou tensions pour quelques points de l'âme :

A	0,4685	368,818	kil. ou	2022	atmosphères.
»	0,50	235,800	»	1293	»
»	0,60	167,109	»	916	»
»	1,00	64,645	»	354	»
»	1,50	32,000	»	175	»
»	2,00	19,645	»	107	»
»	2,544	12,147	»	66	»

sions doit être de 530 kil. par millimètre de parcours et on en conclut d'après la méthode indiquée, que le point maximum des pressions se trouve sensiblement à 0,40 de l'origine du mouvement et qu'en ce point la pression sur le projectile ne dépasse pas 212,000 kil. soit 1163 atmosphères; c'est-à-dire qu'elle est un peu plus que le tiers de la pression maxima de la poudre ordinaire, la vitesse du projectile n'est cependant moins grande que d'une dixaine de mètres (1).

On a tiré à la charge de 4 kil. un coup de chacune des poudres saxifragines. Ces charges ont imprimé à l'obus emplombé des vitesses de 377 mètres pour la poudre n° 1 (10 p. °/₀ de poudre barytique) et 353 mètres pour la poudre n° 2 (20 p. °/₀ de poudre barytique) et ont indiqué res-

(1) La poudre saxifragine n° 2 à 20 p. c. de poudre barytique donne d'après sa composition 402 litres de gaz par kilogramme ou pour 3 kil. $Q = 1,206$. Le coëfficient d'accroissement des pressions est 530.

On a donc pour la pression maxima

$$P = 530,000\,(C - 0,25) = \frac{1,206 \times 10320}{C}\,(1 + at).$$

D'autre part la vitesse initiale du projectile est 290m, le travail est conséquemment $\frac{(290)^2 \times 3}{2} = 126,150^{km}$.

D'où $T = 126,150^{km} = \frac{P\,(C - 0,25)^2}{2} + 1,206 \times 10320 \left(2,30 \text{ Log. } \frac{l}{C} + \frac{a\,t}{1,421}\,\frac{l - C}{l}\right)$.

La valeur de C qui satisfait à cette équation est $C = 0,65$ distance entre le fond de l'âme et le point où la tension est maxima.

$C - 0,25 = 0,40$ est le trajet parcouru par le projectile depuis l'origine du mouvement jusqu'au point maxima.

La température au moment du maximum est $t = 2746°$. La pression maxima est 212,000 k. ou 1163 atmosphères.

L'équation de la courbe de détente est $p = 12445.92 \left(\frac{x + 4,607}{x}\right)$.

Voici les pressions et tensions qu'on en déduit pour quelques points de l'âme.

A 0,65	212,000	ou	1163	atmosphères.
» 1,00	69,779	»	382	»
» 1,50	33,763	»	185	»
» 2,00	20,535	»	112	»
» 2,644	12,881	»	70	»

pectivement des vitesses de 128 et de 76 mètres à 0,10 de l'origine du mouvement, ce qui montre que ces charges produisent des accroissements de tension de 4915k,20 et de 1732k,8 par millimètre de parcours (1).

Les courbes des tensions déduites de ces circonstances font voir comment avec des ordonnées maxima à peu près

(1) Ces données conduisent aux conséquences suivantes :

1° Pour la poudre barytique n° 1 tirée à la charge de 4 kil.

$$\text{travail } T = \frac{(377)^2 \times 3}{2} = 213,193 \text{ km}.$$

C distance du fond de l'âme au point où la pression est maxima 0,382, ou *C* — 0,25 = 0,132 trajet parcouru par le projectile depuis l'origine du mouvement jusqu'au maximum,

t température au moment du maximum de pression 3923°,

P pression maxima, 648,806k ou 3557 atmosphères,

équation de la courbe de détente $p = 16100 \left(\frac{x + 3,865}{x^2}\right)$,

d'où tensions en quelques points de l'âme :

A 0,382	648,806	ou	3557	atmosphères.
» 0,50	281,106	»	1541	»
» 0,60	199,630	»	1094	»
» 1,00	78,326	»	429	»
» 1,50	38,389	»	210	»
» 2,00	23,606	»	129	»
» 2,644	14,989	»	82	»

2° Pour la poudre barytique n° 2 tirée à la charge de 4 kil.,

$$\text{travail } \frac{(353)^2 \times 3}{2} = 186,913,$$

C distance du fond de l'âme du point où la pression est maxima 0,492 d'où (*C* — 0,25) trajet parcouru par le projectile = 0,242,

t température au moment du maximum 3177°,

P pression maxima 419,337 ou 2304 atmosphères,

équation de la courbe de détente $p = 16594 \left(\frac{x + 3,957}{x^2}\right)$.,

d'où tensions en quelques points de l'âme :

A 0,492	419,337	2304	atmosphères.
» 0,60	210,052	1154	»
» 1,00	82,257	452	»
» 1,50	40,245	221	»
» 2,00	24,737	135	»
» 2,644	15,668	86	»

égales ou inférieures, les courbes relatives aux poudres lentes offrent plus de surface que celle de la poudre ordinaire et représentent conséquemment une somme plus grande d'impulsions communiquées aux projectiles pendant le parcours de l'âme de la pièce. Elles font voir encore que l'orsqu'on augmente les charges, on obtient immédiatement des accroissements de vitesse et de tension beaucoup plus considérables (1).

Il n'est donc pas possible d'arriver, avec les projectiles un peu lourds et la poudre ordinaire, à des vitesses sensiblement plus grandes que celles dont on est forcé de se contenter aujourd'hui, car déjà les faibles charges employées, produisent sur les pièces des pressions énormes qu'une légère augmentation rendrait destructives. Les poudres lentes seules fournissent la possibilité de donner de grandes vitesses aux projectiles pesants.

(1) En comparant les coefficients fournis par l'expérience pour les charges de 3 kil. avec ceux constatés pour les charges de 4 kil., il semble que les accroissements de vitesse pourraient bien être entre eux comme les carrés des charges.

Nous voyons en effet que la poudre barytique n° 1 à la charge de 3 kil. produit un accroissement moyen de vitesse de $\frac{750^m}{1^m}$ et à la charge de 4 kil. de $\frac{1280^m}{1^m}$; que la poudre barytique n° 2 donne à la charge de 3 kil. un accroissement moyen de vitesse de $\frac{420^m}{1^m}$ et à la charge de 4 kil. de $\frac{760^m}{1^m}$;

$$\text{Or, les rapports } \frac{750}{9} = 83{,}3 \text{ et } \frac{1280}{16} = 80{,}0,$$

$$\frac{420}{9} = 46{,}6 \text{ et } \frac{760}{16} = 47{,}5,$$

fournissent des nombres assez rapprochés pour que les corrections, que l'on devra apporter plus tard aux données d'expériences, par suite de nouveaux essais, fassent disparaître les différences.

Remarquons que si les vitesses primitives croissent comme les carrés des charges, les accroissements des tensions primitives seront en raison des 4mes puissances de ces charges.

En examinant avec un peu d'attention le tableau ci-dessous (1) et la figure 4 qui représente, à des échelles uniformes, les vitesses et les tensions relatives aux différentes poudres et aux différentes charges essayées et qui permet ainsi de comparer leurs effets mécaniques, on reconnaîtra :

1° Que plus la combustion d'une poudre est rapide, plus les accélérations de vitesse du projectile sont grandes et plus est ouvert l'angle formé entre la direction générale de la courbe des vitesses et l'axe des abscisses;

2° Que la direction de la courbe des vitesses indique immédiatement celle de la première branche de la courbe des tensions;

3° Que le maximum des tensions est d'autant plus élevé et plus rapproché de l'origine du mouvement, que l'accélération de vitesse est plus grande à charges égales;

4° Que la décroissance des tensions est d'autant plus ra-

(1) **Tableau des vitesses et des tensions correspondantes à quelques points de l'âme pour les poudres essayées.**

C. Distance à partir du fond de l'âme.	Espace parcouru par le projectile.	Poudre ordin. ch. 2.260		Poudre saxifr. n° 1 ch. 3.00		Poudre saxifr. n° 2 ch. 3.00		Poudre saxifr. n° 1 ch. 4 kil.		Poudre saxifr. n° 2 ch. 4 kil.	
		vitesses en mètres.	tensions en atmosph.	vitesses en mètres.	tensions en atmosph.	vitesses en mètres.	tensions en atmosph.	vitesses en mètres.	tensions en atmosph.	vitesses en mètres.	tensions en atmosph.
0,3065	0,0565	103,11	3,098								
0,382	0,132							168,96	3,557		
0,400	0,15	171	1,329								
0,4685	0,2185			163,87	2,022						
0,492	0,242									183,92	2,304
0,500	0,250	206	868	175,00	1,293			238,00	1,541		
0,600	0,350	228	615	209	916			270	1,094	228	1,154
0,650	0,400					168	1,163				
1,00	0,75	260	238	267	354	230	392	325	429	294	452
1,50	1,25	282	115	294	175	263	185	352	210	323	221
2,00	1,75	291	64	308	107	278	112	366	129	341	135
2.644	2,394	300	44	318	67	290	70	377	82	353	86

pide après le maximum, que ce maximum est plus rapproché de l'origine du mouvement, et que la tension au moment de ce maximum est plus élevée (1);

5° Que pour les poudres qui produisent beaucoup de gaz et des températures relativement peu élevées, la décroissance des tensions est moins rapide que pour les poudres plus vives;

6° Qu'en augmentant les charges, on détermine de plus grandes accélérations de vitesses et que l'inclinaison géné-

(1) La rapide décroissance des tensions est l'objection la plus grave que l'on puisse faire valoir contre les poudres très vives que l'on appelle souvent improprement très fortes, telles que les fulminates, les pyroxyles, etc. Les produits gazeux de ces poudres sont pour une forte proportion de la vapeur d'eau ; or, pour cette vapeur la chaleur spécifique à pression constante, ne diffère pas beaucoup de la chaleur spécifique à volume constant, de sorte que leur rapport s'exprime par un chiffre beaucoup plus voisin de l'unité que (1.421), rapport entre les chaleurs spécifiques de l'air à pression constante et à volume constant et que nous avons admis comme applicable, dans le calcul des effets de la détente des gaz permanents de la poudre (voir note 1, page 334).

Si nous supposons que des poudres quelconques produisent des pressions maxima égales $P = \frac{Q}{C}$ (10320) $(1 + at)$. Les effets de la détente devront être déterminés par la formule

$$p = Q\,(10320)\left(\frac{1}{x} + \frac{a\,t\,C}{1.421}\,\frac{1}{x^2}\right)$$

si elles ne donnent que des gaz permanents, tandis que si parmi ces gaz dont la quantité est Q il y a beaucoup de vapeur d'eau, le coëfficient $\frac{1}{1.421}$ devra être remplacé par $\frac{1}{n} > \frac{1}{1{,}421}$.

Il est facile de voir que dans ce dernier cas les pressions varieront plus vite en raison des valeurs successives de x, que la détente sera plus rapide et que la courbe qui la représentera offrira une moindre surface.

Pour que les poudres dont la déflagration produit de la vapeur d'eau au lieu de gaz donnent des surfaces de travail équivalentes et soient conséquemment susceptible d'imprimer aux projectiles des vitesses égales dans les armes longues, il faut donc qu'elles déterminent des tensions maxima plus grandes, c'est-à-dire des réactions plus fortes sur les parois de l'âme.

Ces poudres ne sauraient convenir en conséquence, que pour les armes courtes et les projectiles légers.

Les poudres ordinaires à charbon roux (hydrogéné) présentent à un certain degré le même défaut; on sait depuis longtemps que ces poudres sont en général plus brisantes que celles à charbon noir.

rale de la courbe des vitesses *semble* être à peu près en raison des carrés des charges;

7° Qu'en conséquence pour une même poudre employée à des charges différentes, les accroissements de tension semblent être entre eux comme les quatrièmes puissances des charges;

8° Qu'à charges égales, l'augmentation du poids des projectiles donne lieu à des accroissements de vitesse et de tension plus rapides et à des tensions maxima plus élevées et plus rapprochées de l'origine du mouvement;

9° Que la réaction sur la pièce de 24 rayée déterminée par l'explosion de la charge normale de $2^k,260$ (environ $\frac{1}{13}$ du poids du projectile creux) est énorme et qu'il ne serait guère prudent d'augmenter cette charge dans les pièces en fonte pour obtenir des vitesses initiales plus grandes et des portées plus longues;

10° Qu'au contraire, il serait très-facile d'obtenir des vitesses *beaucoup plus grandes*, sans aucun danger d'éclatement, en employant des poudres plus lentes (1).

11° Que si, employées à petites charges, les poudres vives donnent des vitesses initiales plus grandes que les poudres lentes, la différence entre les vitesses obtenues diminue à mesure qu'on augmente les charges, de sorte que sous tous les rapports il y a avantage à employer des poudres d'autant plus lentes qu'on veut user de plus fortes charges en vue d'obtenir de très-grandes vitesses;

12° Qu'enfin la poudre ordinaire très-convenable pour les petites armes lançant des projectiles légers avec de petites charges, devient très-désavantageuse et très-dangereuse pour les gros calibres de la nouvelle artillerie.

(1) La densité des poudres saxifragines augmente avec la proportion de poudre barytique qu'elles renferment : on peut donc sans augmentation de la capacité des chambres, employer des charges d'autant plus considérables que les poudres dont on se sert sont plus lentes.

On nous objectera peut-être que nous avons tiré des conclusions beaucoup trop étendues de données peu certaines et peu nombreuses ; que les différentes hypothèses que nous avons faites sont très-contestables et que si elles ne se vérifiaient pas, toutes nos conclusions tomberaient avec elles. Nous sommes tout prêt à reconnaître que les expériences exécutées jusqu'aujourd'hui ne peuvent servir à déterminer des chiffres, des rapports exacts, aussi faisons-nous bon marché de ces chiffres : mais il nous paraît évident que les changements qu'il faudra y apporter dans la suite, n'infirmeront nullement nos conclusions. Reprenons à cet effet les suppositions que nous avons faites et voyons dans quel sens il pourrait y avoir lieu de les modifier.

1° Nous avons admis que les vitesses constatées pour les cylindres correspondent à celles des projectiles, c'est-à-dire que la pression des gaz est uniforme dans toute la capacité de la chambre de la pièce et du canon latéral ; or, il est possible, nous dirons plus, il est probable, que cela n'est pas exact ; mais dans ce cas les données relatives aux différentes poudres devront être modifiées dans le même sens. Pour toutes les poudres, les vitesses du gros projectile déduites de l'observation de celles des cylindres, devront être augmentées, toutes les courbes des vitesses devront être redressées, comme toutes les courbes des tensions, et tous les maxima seront plus grands que ceux indiqués. Mais que tous ces maxima soient avancés ou reculés de quelques millimètres, augmentés chacun d'un vingtième ou d'un dixième et nos conclusions n'en resteront pas moins debout.

2° Nous avons rectifié d'une manière un peu arbitraire le tracé fourni par l'expérience de la courbe des vitesses pour la poudre ordinaire, et l'on pourrait admettre pour cette courbe un tracé plus conforme à la vérité, d'après lequel le point d'inflexion serait plus rapproché de l'origine. Mais, dans ce cas, pour se rapprocher d'avantage des points

fournis par l'expérience, il faudrait diminuer les rayons de courbure en deçà et au delà du point d'inflexion, lui donner une forme d' S plus prononcée (1). La tangente au point d'inflexion formerait, dans ce cas, un angle plus ouvert avec l'axe des abscisses, et l'ordonnée correspondante de la courbe des tensions deviendrait beaucoup plus grande ; le point maximum serait ainsi un peu reculé, mais non abaissé. (Voir la note 1, page 341).

3° Nous avons substitué à la courbe des vitesses pour la poudre ordinaire une corde passant par l'origine et par le point distant de 0,0525 de cette origine. En opérant ainsi nous avons supposé les vitesses plus grandes qu'elles ne le sont en réalité et leur accroissement uniforme, ce qui a réduit à une ligne droite la courbe des tensions.

Si pour tous les points de la courbe des vitesses, nous avions déterminé les tensions d'après la grandeur des sous-normales, les vitesses étant moindres et leur accroissement plus petit que l'accroissement uniforme moyen, pour les points voisins de l'origine, nous aurions eu pour cette partie du trajet des tensions moins grandes ; mais, un peu plus loin, les accroissements réels des vitesses devenant plus grands que l'accroissement moyen supposé, nous aurions trouvé des tensions plus grandes. La courbe des tensions réelles coupe donc (comme on le voit, fig. 3) la droite des tensions déduite de l'hypothèse d'un accroissement uniforme des vitesses, et la valeur de la tension maxima est sensiblement plus élevée que celle que nous lui avons assignée. On remarquera cependant que la surface de la courbe des tensions réelles et celle du triangle qui a pour hypothénuse la droite des tensions, sont sensiblement équivalentes, de sorte que les courbes de détente doivent être à peu près équivalentes en surface dans l'une ou l'autre hypo-

(1) C'est ce que nous avons fait, fig. 2, pour comparer les effets résultants de la substitution du projectile plein à l'obus ordinaire.

thèse, et il est facile de reconnaître qu'un léger déplacement de leur point de départ n'en changerait pas la figure.

4° Pour déterminer la courbe de détente, nous avons supposé qu'au moment du maximum de tension, la poudre est complétement brûlée; nous avons supposé que la poudre produit la proportion de gaz théorique, et nous avons négligé de tenir compte de l'influence refroidissante des parois de la pièce sur ce gaz.

S'il reste quelques grains de poudre non brûlés à l'instant correspondant au maximum de tension, cette tension maxima, dont nous connaissons approximativement l'énorme grandeur, aurait été produite par une quantité de gaz moindre que nous ne l'avons supposé; ces gaz auraient dû être conséquemment à une température plus élevée et se refroidir plus promptement par l'effet de la détente; mais, d'autre part, si la combustion avait pu continuer après le maximum, s'il s'était encore formé des gaz, le retrait, résultant de la détente et du refroidissement des premiers, aurait dû être moins sensible, de sorte que la forme de la courbe de détente ne pourrait en être sensiblement altérée, car la surface totale de la courbe des tensions doit être toujours égale au travail.

On ne connaît pas au juste la proportion de gaz que produisent les poudres lorsqu'on les emploie à lancer de lourds projectiles. Les expériences des chimistes, faites sous des pressions très-faibles, assignent au volume des gaz une valeur bien moins grande que le chiffre théorique que nous avons adopté; mais il est clair que lorsque les gaz produits sont libres de se détendre, la température de la combustion doit en être énormément abaissée et les réactions chimiques bien moins complètes que dans les circonstances du tir. Si l'on calcule le nombre de calories que doit produire la combustion du charbon (considéré comme carbone) que renferment les poudres, on verra que cette quantité de chaleur pour une poudre théorique (six, as et as) serait capable

(sous une pression suffisante pour s'opposer à l'expansion des gaz) d'élever les produits gazeux et solides à une température de 12000° (1) et plus, et l'on comprend qu'à une pareille température les combinaisons chimiques doivent être bien différentes de ce que l'on constate dans un tube à analyse. Nous avons admis ce qui nous a paru le plus probable ; après tout, nous avons appliqué le même mode d'appréciation à la poudre ordinaire et aux poudres saxifragines : s'il n'est pas exact, il faudra augmenter ou réduire les coëfficients dont nous nous sommes servi dans le calcul des effets produits par les poudres, et, encore une fois,

(1) La densité gravimétrique de la poudre ordinaire étant à très peu près 1,00, un kil. de poudre occupe sensiblement 1 décimètre cube. La poudre dosée théoriquement contiendrait par kil. 0k,1323 de carbone qui, brûlant à l'état d'acide carbonique, produirait 0,1323 × 7,170 = 948,59 calories. Elle donne 338,5 de gaz pesant 0k,5883 et un résidu de sulfure de potassium de 0k,4117. La chaleur spécifique des gaz étant 0,267 et celle du sulfure de potassium environ 0,19, on aurait, si les gaz pouvaient se dilater librement :

$$t\,(0{,}4117 \times 0{,}19 + 0{,}5883 \times 0{,}267) = 948{,}59, \text{ d'où } t = 4200^\circ \text{ environ.}$$

Mais, si nous supposons que les gaz soient maintenus dans l'espace primitif de 1 décimètre cube avec les résidus solides de la combustion dont la densité est environ 1,5, ils ne pourront occuper que $\left(1^{\text{lit}},00 - \frac{0{,}4117}{1{,}5}\right) = 0{,}7225$ et, comme à 0° ils se développeraient jusqu'à 338l,5, l'équation donnant la température devient :

$$t\left(0{,}4117 \times 0{,}19 + 0{,}5883 \times 0{,}267\,\frac{0{,}7225}{338{,}5 \times 1{,}421}\right) = 948{,}59$$

d'où $t = \frac{948{,}59}{0{,}078435} = 12095^\circ$.

La force expansive de la poudre ordinaire pourrait être évaluée en conséquence à $E = \frac{Q}{V}(1 + \alpha t) = \frac{338{,}5}{0{,}7225}\left(1 + \frac{11}{3000}\,12095\right)$ d'où $E = 468{,}3 \times 45{,}26 = 21{,}195$ atmosphères.

Il est bien clair que nous n'avons nullement l'intention de donner comme exacts les chiffres relatifs à la température de combustion et à la force expansive de la poudre indiqués ci-dessus. Nous avons en effet négligé de tenir compte des quantités de chaleur absorbées ou émises par la décomposition de l'acide nitrique, la réduction de la potasse, la sulfuration du potassium ; nous avons supposé que le charbon était du carbone pur tandis qu'il renferme toujours plus ou moins l'hydrogène, etc. ; cependant on voit que, fallût-il modifier sensiblement ces chiffres, les températures et les pressions que l'expérience nous conduit à reconnaître s'expliqueraient encore assez facilement.

cette modification n'entraînera pas de changements bien grands dans les rapports de ces effets.

Nous avons négligé l'influence refroidissante des parois de la bouche à feu pour toutes les poudres. Si nous en avions tenu compte, il en serait résulté pour les courbes de détente un abaissement d'autant plus rapide que la température au moment du maximum aurait été plus élevée, et, comme c'est pour la poudre ordinaire que la température est plus haute, la courbe de détente, pour cette poudre, aurait dû être abaissée plus que les autres. Dès lors, pour lui conserver la même surface, il eût fallu nécessairement relever l'ordonnée maxima.

4° Enfin pour les poudres barytiques, nous avons assigné aux accroissements de vitesse une valeur moyenne déduite de l'observation de quelques points assez rapprochés de l'origine du mouvement, et donné ainsi à l'accroissement moyen de vitesse une valeur peut-être inexacte.

Nous en convenons volontiers; mais, fallût-il varier de quelques degrés en plus ou en moins l'inclinaison de la droite, que nous avons fixée un peu arbitrairement, il n'en est pas moins évidemment certain que la direction des courbes de vitesse, pour la poudre ordinaire et les poudres saxifragines, diffère considérablement, et qu'en conséquence, pour des vitesses égales imprimées au projectile, les tensions maxima sont de beaucoup moins fortes (1).

Nous nous croyons donc fondés à maintenir pleinement nos conclusions, sauf à rectifier d'après les expériences futures les chiffres des rapports que nous avons établis provisoirement sur des données encore trop peu certaines.

Lorsqu'on remarque la grande différence qui existe entre

(1) Dans l'évaluation du travail de toutes les poudres, nous n'avons tenu compte ni de l'effort nécessaire pour forcer le plomb dans les rayures de la pièce, ni du frottement dans ces rayures; mais ce travail n'est qu'une très-petite fraction du travail absorbé pour imprimer une certaine vitesse à la masse du projectile, et peut être négligé sans grande erreur.

les efforts auxquels sont soumises les régions de l'âme des bouches à feu rayées, lorsqu'on voit que la partie *très-voisine* de la chambre est soumise à d'énormes tensions, tandis que la volée n'a plus à résister qu'à des pressions modérées, on est frappé de la disproportion évidente qui existe entre ces efforts et les épaisseurs des parois des bouches à feu, on doit reconnaître combien la distribution du métal est peu rationnelle, et l'on s'explique sans peine les accidents qui peuvent résulter de ce défaut. Pour que dans la pièce de 24 rayée, tirée à la charge ordinaire de 2k,260 avec projectile creux, par exemple, il y eût à peu près équilibre entre les pressions et les résistances, il faudrait donner aux parois de la bouche à feu, à hauteur de la chambre, une épaisseur environ huit fois plus grande que ce qu'elle devrait être à la volée, tandis qu'on ne leur donne qu'une épaisseur triple. Nous savons bien que dans le tracé des bouches à feu on ne doit pas se préoccuper exclusivement de l'équilibre entre les tensions et les résistances, et qu'il faut avoir égard à d'autres convenances, mais la première considération doit être prépondérante et l'écart que nous signalons est évidemment trop fort.

C'est en vain d'ailleurs que, pour mettre des bouches à feu en état de résister longtemps à de plus grands efforts, on rendrait leurs parois plus épaisses; au delà d'une certaine limite, un surcroît d'épaisseur n'ajoute presque plus rien à la solidité de la pièce. En vertu de l'élasticité du métal, la résistance des couches concentriques à l'âme n'entre en feu que successivement. Si la pression croît brusquement, les couches intérieures peuvent être déchirées, rompues, avant que les couches extérieures aient subi une tension dépassant la limite de leur extensibilité, et l'inégalité des efforts auxquels sont soumises les différentes couches est d'autant plus sensible que l'épaisseur des parois est plus grande. Une pièce très-épaisse ne cédera peut-être pas au premier coup, mais il se produira autour de la chambre des fissures

rayonnantes qui se prolongeront peu à peu jusqu'à éclatement. On remarque souvent l'existence de fissures intérieures anciennes lorsque les pièces éclatent, surtout les pièces en fonte. Les tensions déterminées par la déflagration des poudres saxifragines étant beaucoup moins inégales pour les différentes régions de l'âme, on pourrait, en employant ces poudres, donner aux pièces des formes plus rationnelles et des proportions plus régulières.

Les effets fâcheux de l'instantanéité d'action du rapide accroissement de vitesse imprimée au projectile par les poudres vives, ne réagissent pas seulement sur le métal des bouches à feu; les appareils de fermeture et l'affutage en souffrent tout autant. Le recul de la pièce est brusque comme la propulsion du projectile, et c'est là une cause de prompte dislocation du matériel, que l'on peut à peine atténuer en rendant les pièces et les affuts plus lourds et moins maniables. Sous ce rapport encore, l'usage de poudres lentes, en permettant l'emploi d'affuts plus légers et plus élastiques, offrirait de grands avantages.

Nous terminerons en citant deux faits d'expérience de nature à faire entrevoir quelles conséquences peut amener l'introduction de l'usage des poudres saxifragines dans l'artillerie. Ces faits les voici :

Des projectiles pleins, pesant 36 kil., lancés par la pièce de 24 rayée, à la charge de 5 kil. de poudre saxifragine, (à 40 p. °/₀ de poudre barytique) ont percé *de part en part* la plaque de la cible cuirassée qui avait une épaisseur de seize centimètres du meilleur fer; tandis que ce même projectile tiré à la charge de $2^k,260$ de poudre ordinaire (reconnue déjà comme dangereuse pour la pièce) ne prend qu'une vitesse de 268^m avec laquelle il produit sur la plaque une *impression* d'une dizaine de centimètres de profondeur au plus.

Une charge de 17 kil. de la même poudre saxifragine donne au projectile du 68, pesant 103 kil., une vitesse de

390^m; une charge égale de poudre ordinaire (si l'on osait l'employer) donnerait au même projectile une vitesse qui ne dépasserait pas 367^m, en supposant que les vitesses initiales soient entre elles comme les racines carrées des charges.

Cette étude est loin d'être complète ; nous avons laissé à l'écart bien des problèmes intéressants et bien des observations curieuses sur lesquelles nous pourrons revenir, lorsque de nouveaux essais auront jeté plus de lumières sur les faits. Jusqu'ici l'on n'a mis en expériences que des poudres homogènes, il serait très-important de rechercher quels résultats balistiques on obtiendrait en employant, comme charge, des mélanges de poudres de rapidité différente.

Notre but principal a été de chercher à démontrer que le changement radical apporté dans l'artillerie par l'augmentation de poids et le forcement des projectiles, appelle comme complément indispensable le changement de la nature des poudres. Or, il a été constaté par de nombreuses et longues expériences que toutes les poudres au salpêtre bien faites sont, dans les grosses pièces, à fort peu près, aussi vives les unes que les autres; nous ne voyons donc aux difficultés d'obtention des poudres lentes convenables, d'autre solution que l'adoption des poudres barytiques dont on peut graduer à volonté la vivacité, et qui satisfont d'ailleurs à toutes les conditions qu'on peut exiger pour des poudres de guerre.

Si nous n'avons pas réussi à convaincre nos lecteurs, nous espérons cependant que nos remarques leur sembleront dignes de quelque attention et qu'elles pourront servir au moins à indiquer la direction dans laquelle il serait utile de faire de nouvelles recherches.

MÉLANGES.

I. — Procédés de conservation et de préparation du bois.

Les *Annales* se sont occupées fréquemment des procédés de conservation et de préparation des bois, notamment à propos des traverses de chemins de fer et des poteaux des lignes télégraphiques.

Cette matière importante a fait l'objet d'une publication récente de M. de Lapparent, directeur des constructions navales et du service des bois de la marine française (1).

Après quelques considérations générales sur la nécessité de prolonger la durée du bois de construction, pour éviter que l'excédant de la consommation sur la production ne vienne apporter, dans un avenir prochain, de sérieuses entraves aux travaux de toute espèce ; après avoir comparé l'emploi du bois à celui du fer dans les constructions navales, l'auteur traite successivement les trois points suivants :

1. Choix et emploi des bois, eu égard à leur nature ;
2. Conservation des bois d'approvisionnement et dessèchement artificiel préalable des bois mis en œuvre ;
3. Précautions à prendre dans le cours de la construction et préparation à appliquer aux bois, soit pour neutraliser les agents de destruction, soit pour mettre le bois en état d'y mieux résister.

Le premier point se rattachant plus particulièrement à la spécialité de l'auteur, nous nous bornerons à citer, dans la deuxième et la troisième partie de son travail, les opinions qu'il émet sur les cau-

(1) *Du dépérissement des coques des navires en bois et autres charpentes ou bois d'industrie et des moyens de le prévenir.* Paris chez Arthus Bertrand, rue Hautefeuille, 21.

ses de dépérissement et les moyens de conservation applicables à tous les genres de construction.

Ces moyens consisteraient :

1° A dépouiller les bois de la plus forte proportion possible de la sève qu'ils renferment et, par suite, des principes fermentescibles qui y sont contenus ;

2° A soumettre les éléments des bois travaillés, avant leur assemblage, à une dessication artificielle ;

3° A torréfier les faces des pièces, lorsque tout travail est terminé, à l'aide d'une légère carbonisation.

La sève est de l'eau tenant en dissolution des matières gommeuses, sucrées, salines, mucilagineuses et albumineuses. Ces matières sont très fermentescibles tant qu'elles sont humides. Le bois peut donc être préservé de la fermentation soit par l'expulsion de la sève, soit par l'évaporation complète de l'eau qu'elle contient.

Cette dernière condition, par les moyens ordinaires, ne peut être complétement obtenue qu'après de longues années, surtout s'il s'agit de pièces de fort équarrissage. On a remarqué, depuis longtemps, que les bois flottés ou immergés dans l'eau douce, pendant un certain temps, sèchent ensuite plus rapidement. Par un effet d'endosmose et d'exosmose, l'eau se substitue à la sève dont une partie est expulsée. Le liquide qui demeure dans le bois, moins chargé de matières, s'évapore plus promptement. On sait que l'endosmose est d'autant plus rapide que la différence de densité est plus grande entre les deux liquides à échanger. Ceci explique comment il se fait que l'immersion dans l'eau de mer soit moins propre à la conservation des bois que le flottage ou l'immersion dans les eaux douces ou légèrement saumâtres.

A ce premier moyen de hâter la dessication, il convient de joindre l'emploi de l'étuve et du ventilateur, avec les précautions nécessaires pour éviter les fentes. Il paraîtrait qu'à ce point de vue, on se trouve bien de faire circuler, autour des pièces de bois, la fumée provenant de la distillation de certains combustibles, tels que sciure de bois , vieux tan, houille, etc.

Les appareils de préparation des bois en vase clos atteignent le même but, indépendamment de l'introduction de la matière préservatrice. Les opérations préalables comprennent en effet l'introduction d'un jet de vapeur qui dilate les pores, puis le vide qui favo-

rise l'évaporation et l'expulsion de la sève échauffée. On pourrait se contenter de ces opérations, en introduisant simplement de l'air chaud au lieu de la matière préservatrice et elles constitueraient ainsi le moyen de dessication rapide le plus parfait, question de dépense à part.

D'après l'auteur, le bois, supposé sain et convenablement sec à l'époque de la mise en œuvre, se conservera pendant de longues années s'il n'est pas environné d'air *stagnant*, *chaud* et *humide*. On a vu, en effet, des charpentes se conserver pendant des siècles dans de bonnes conditions d'aérage et certaines pièces de bois, qui restent *constamment sous l'eau*, ont une très-longue durée.

Mais pour résister aux trois conditions défavorables qui viennent d'être citées, d'autres moyens préservatifs sont nécessaires.

Les procédés d'injection du docteur Boucherie ne préservent ni le chêne, ni le cœur de pin, ni même certaines parties des bois les plus propres à l'injection. Cette circonstance explique la réussite *partielle* du procédé. Ainsi, les poteaux télégraphiques qui sont, en général, de jeunes pins, avec beaucoup d'aubier, sont pénétrés de sulfate de cuivre dans presque toutes leurs parties et en acquièrent une durée très-prolongée. Le hêtre, l'orme, le peuplier, le charme se pénètrent très-bien, mais contiennent souvent des faisceaux de fibres plus au moins incrustés par la dessication partielle des matières séveuses. Ces parties ne s'injectent pas et restent sujettes à la pourriture. On conçoit que pour les traverses de chemins de fer, par exemple, dont le cœur est en contact avec le sol, l'air, et l'humidité et qui contiennent des parties non injectées, les résultats soient beaucoup moins favorables que pour les poteaux télégraphiques. Le désavantage est encore plus grand, s'il s'agit de pièces à débiter, car la surface enlevée contient la plus grande partie de la substance préservatrice, ainsi dépensée en pure perte, tandis que la nouvelle surface est exposée sans défense aux influences extérieures.

Indépendamment des mesures à prendre, dans toute espèce de construction, pour favoriser la circulation de l'air, l'auteur fait ressortir l'utilité de préparer les faces des pièces de bois, avant l'assemblage, de manière à les rendre impropres au développement du *champignon* semé par les *sporules* que l'air entraîne partout avec lui.

Il rappelle que, de temps immémorial, on a *brûlé* le pied des poteaux, pieux, tuteurs, etc., fichés en terre, pour en prolonger la

durée. Outre la dessication partielle qui en résulte, la surface torréfiée est imprégnée des produits de la distillation des bois, matières créosotées et empyreumatiques dont les propriétés antiseptiques sont contraires à la propagation du champignon.

Mais les procédés suivis pour la carbonisation étaient très-imparfaits : ils brûlaient trop profondément certaines parties de la surface et n'atteignaient pas d'autres parties. Le procédé introduit par M. de Lapparent au port de Cherbourg et qui a été étendu à tous les arsenaux français, par ordre du ministre de la marine, consiste à faire usage d'un *gaz inflammable forcé*.

Le gaz d'éclairage est généralement employé. Une lance en cuivre analogue à celle des pompes à incendie reçoit à la fois le raccord qui amène le gaz et le tuyau d'une soufflerie à pédales, qui mélange, au gaz, l'air nécessaire à une combustion complète et imprime au jet de flamme une impulsion permettant de le diriger sur toutes les parties de la surface du bois, des joints, angles, mortaises, etc. Cet appareil permet de carboniser la surface avec une parfaite régularité.

La consommation de gaz a été évaluée à 200 litres environ par mètre carré de surface carbonisée.

La main-d'œuvre correspondrait à une journée de dix heures pendant laquelle deux ouvriers et un manœuvre (un soufflet pour deux lances) carboniseraient 80 mètres carrés.

Il en résulterait une dépense d'environ 15 centimes par mètre carré.

L'auteur conseille d'enduire préalablement le bois d'une couche très-mince de goudron, ce qui prévient les fentes qui résulteraient d'une chaleur trop vive et facilite la carbonisation à l'intérieur des fentes déjà existantes.

Le gaz portatif peut être employé là où il n'y a pas de conduites fixes. On peut même s'en passer, dans les campagnes, le long des chemins de fer, etc., en employant un petit cubilot en terre réfractaire, chargé de coke, à travers lequel on fait agir une soufflerie. Le cubilot est surmonté d'un dôme formant réverbère, dans lequel deux ouvertures permettent de faire passer les bois à carboniser. La flamme qui les environne est produite par la combustion de l'oxyde de carbone. L'auteur considère ce procédé comme plus coûteux que l'emploi du gaz.

Il conseille, en terminant, l'emploi d'une peinture à base de fleur de soufre, afin de dévolopper lentement de l'acide sulfureux, l'oxy-

gène de l'air se combinant peu à peu avec le soufre en même temps qu'il s'unit à l'huile de lin servant de liaison. Cette peinture, applicable surtout aux joints, mortaises, etc., est éminemment propre à combattre la formation du champignon.

Les idées préconisées par M. de Lapparent, en ce qui concerne la carbonisation des surfaces, ont été réalisées industriellement dans l'appareil pour lequel le sieur P. Hugon est breveté. Cet appareil se compose : d'un fourneau contenant le combustible et monté sur un chassis, de manière à pouvoir changer de position, verticalement et horizontalement ; d'un soufflet à double vent, relié au fourneau par un tuyau en caoutchouc. La tubulure à laquelle s'ajuste le tuyau est muni d'un tuyau d'injection qui amène l'eau d'un réservoir en quantité variable à volonté ; les injections ont pour effet de protéger le caoutchouc contre la trop grande chaleur et de favoriser le dévoloppement du gaz combustible dans le fourneau. Une seconde tubulure recourbée, à la partie supérieure de celui-ci, donne passage à la flamme, devant laquelle passe la pièce de bois à carboniser. Une garde cylindrique en tôle entoure cette pièce, de manière à l'environner de flamme et à produire une carbonisation égale sur toutes les parties de sa surface.

Cet appareil, adopté déjà par plusieurs chemins de fer, pour les traverses ou billes, va être employé par l'administration des lignes télégraphiques de France pour préparer les poteaux de petite dimension de son réseau cantonal. On sait que cette administration se dispose à établir des embranchements conducteurs pour relier aux lignes actuelles les mairies de certains chef-lieux de canton. L'expérience fera voir si la carbonisation du pied des poteaux peut remplacer, avec une efficacité aussi grande, les procédés d'injection et si l'insuccès des carbonisations précédemment tentées doit être attribué seulement à l'imperfection des moyens employés.

II. — Bronze d'aluminium.

Ce bronze se substitue rapidement au bronze à canon pour les coussinets des machines.

Le prix de l'aluminium est aujourd'hui de 100,00 fr. le kilog.

Les bronzes d'aluminium sont de trois espèces qui ont des propriétés diverses;

Le bronze qui renferme 5 p. % d'aluminium a une belle couleur d'or, il se forge à chaud et à froid avec la plus grande facilité;

Le bronze qui contient 7 p. % d'aluminium a la couleur de l'or vert, il se travaille au marteau, à la filière et au laminoir aussi bien que le précédent, si l'on a la précaution de le recuire un peu plus souvent;

Le bronze qui renferme 10 p. % d'aluminium est celui que l'on emploie dans la construction des pièces mécaniques. Ce bronze est très dur et trois fois plus résistant que le bronze à canon surtout, paraît-il, lorsqu'il a été forgé à froid. Au laminoir ce bronze peut être travaillé au rouge.

Les prix de ces trois espèces de bronze peuvent être évalués respectivement à fr. 10,00; fr. 12,50 et fr. 15,00 le kilogramme. Pour les pièces fondues ces prix doivent être augmentés de celui de la main-d'œuvre.

III. — Matériaux de construction. — Bétons agglomérés de M. Coignet.

Le tome XVII des *Annales des travaux publics* donne, sous le titre *Constructions économiques*, page 458, une note indiquant le mode d'emploi du béton pisé ou béton aggloméré de M. Coignet.

Depuis cette époque les applications du béton Coignet sont devenues très-nombreuses.

On peut citer particulièrement son emploi dans la construction d'une partie des égouts de la ville de Paris, sur une longueur de 12,800 mètres.

Le béton Coignet a donné dans ce cas une économie d'environ 20 p. % sur les autres maçonneries. La composition du béton mis en usage pour ces égouts était la suivante :

Sable de rivière de bonne qualité . . . . . . 5 mètres cubes.
Chaux hydraulique éteinte, en poudre . . . . 1 mètre cube.
Ciment lourd de Paris considéré comme équivalent au ciment de Portland. . . . . . 250 kilogr.

Le tableau suivant indique les résultats des expériences faites, en juillet 1864, au conservatoire des arts et métiers de Paris, par M. Michelot, ingénieur en chef des ponts et chaussées sur la force portante des bétons agglomérés de compositions diverses.

AGE des ÉCHANTILLONS.	COMPOSITION DES ÉCHANTILLONS EMPLOYÉS.	POIDS par MÈTRE cube.	FORCE portante par CENTIMÈTRE carré	OBSERVATIONS.
Février 1862.	Sable mi-gros de rivière. . . . . 1 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 1/2	k. 2,085	k. 226,48 286,66	Fissures.
Janvier 1862.	Sable gros de rivière. . . . . 5 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 3/4	2,170	319,59	
Janvier 1862.	Sable de rivière . . . . 4 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 1/3	2,093	293,31	
Février 1863.	Sable ordinaire. . . . . 5 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 1	2,227	284,02	
Février 1863.	Sable ordinaire. . . . . 3 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 1	2,196	315,49	
Février 1862.	Sable gros . . . . 4 Chaux du Theil . . . . 1 Ciment de Boulogne 1/2	2,277	392,06	
Novembre 1862.	Sable mélangé . . . . 4 Chaux du Theil. . . . . 1 Ciment de Boulogne 3/4	2,348	497,98 520,13	Fissures.
Novembre 1862.	Gros sable lavé. . . . . 4 Chaux d'Argenteuil . . . . 1 Ciment de Boulogne 3/4	2,271	390,14	
Novembre 1862.	Gros sable lavé. . . . . 4 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier 3/4	2,243	377,16	
Mai 1863.	Sable du Vésinet . . . . 4 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier 1/4	2,142	188,60	
Mai 1863.	Sable du Vésinet. . . . . 4 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier 1/4	2,146	182,80	
1862.	Sable de rivière passé à la claie no 4. . 4 Chaux d'Argenteuil. . . . . 1 Ciment de Schacher et Letellier. . . . 3/4	2,091	282,11	

Le béton Coignet a été employé avec succès à Paris au théâtre du square des arts et métiers pour la construction des voûtes, points d'appui et parpaings au-dessous de la scène, à la caserne et aux états majors de l'île de la cité pour l'établissement de voûtes.

Les prix de la société centrale établie à Paris pour l'exploitation de ce béton sont les suivants, pour tout le département de la Seine :

1° Pour fosses d'aisance, citernes, réservoirs . fr.	60	le m. c.
2° Pour dallages, le mètre superficiel de $0^m,05$ d'épaisseur	3,50	
Chaque centimètre d'épaisseur en plus. . . .	0,50	
Dallages quadrillés à la surface, plus value par mètre superficiel	0,50	
Non compris les terrassements, dressements, etc. ;		
3° Pour fondations, sous sols, voûtes surbaissées, le mètre cube, cintrage compris . . .	50,00	
4° Pour massifs monolithes de machines à vapeur et autres, de 2 à 10 mètres cubes, le mètre cube	75,00	
Au dessus de 10 mètres cubes.	60,00	
5° Pour pierres dures de toutes dimensions sans moulures et ornements, remplaçant dans les bâtiments toutes espèces de pierres ou de briques	80,00	

IV. — Pisciculture. — Instructions pratiques pour le repeuplement des cours d'eau (1).

Division des poissons d'eau douce, eu égard à leur utilité.

Les poissons d'eau douce, au point de vue de l'économie générale, se divisent en deux catégories.

(1) Ces instructions, préparées par M. Coste, membre de l'Institut et inspecteur général de la pêche fluviale, ont été adoptées par l'administration des ponts et chaussées de France pour le service de la pêche.

Poissons indifférents. — Les uns, au nombre desquels sont le chabot, les loches et la plupart des ables, tels que le gardon, la vandoise, l'ablette, le rotengle, le véron, etc., généralement très-peu estimés et de petite taille, n'offrent pas de grandes ressources à la consommation publique.

Poissons utiles — Les autres, parmi lesquels se trouvent toutes les espèces de la famille des saumons, les carpes, la brème, les perches, la tanche, le brochet, l'anguille, etc., entrent, au contraire, pour une grande part, dans le régime alimentaire de l'homme.

C'est à la propagation de ces derniers qu'il faut particulièrement s'attacher, en faisant concourir à ce résultat les fécondations, l'incubation, l'alevinage artificiels; les aménagements destinés à favoriser les pontes, à les rendre possibles là où elles n'auraient pas eu lieu; l'action protectrice des sujets reproducteurs, des lits de ponte, de l'alevin.

Nature des eaux, en rapport avec celle des espèces.

Pour opérer rationnellement et avec des chances de succès, les conditions de milieu qui conviennent à chaque espèce ne sont pas indifférentes à connaître.

En effet, toutes les eaux, toutes les natures de fond, toutes les températures ne sont pas également propres à la multiplication et au prompt développement de tous les poissons.

Milieu qui convient aux poissons d'hiver, comme le saumon. — Les eaux vives, claires, crues, qui coulent sur des lits de sable, de cailloux, et dont la température, au moment des fortes chaleurs, ne s'élève pas au-dessus de 16 degrés, sont plus particulièrement favorables aux saumons, aux truites, aux ombres.

Milieu qui convient aux poissons d'été, comme la carpe. — Les poissons, dits poissons d'été, comme la carpe, la tanche, la brème, etc., ne prospèrent généralement point dans de pareilles conditions. Leur accroissement y est très-lent, et leur reproduction à peu près nulle. Il faut à ceux-ci, aussi bien qu'à tous les poissons blancs, des eaux ordinairement grasses, tranquilles, reposant sur un fond vaseux ou marneux, et dont la température, pendant la saison d'été, s'élève à 20 degrés et au-dessus.

Époque des pontes et conditions au milieu desquelles elles se font.

Les périodes de la reproduction, les conditions au milieu desquelles chaque espèce va frayer, ne sont pas moins nécessaires à connaître, soit pour prendre en temps opportun les mesures propres à favoriser les pontes, soit pour obtenir des sujets dont la maturation des œufs soit assez avancée pour opérer les fécondations artificielles.

Période de la reproduction. — Quoique la période de la *fraie*, pour chaque espèce, varie selon les climats, et même selon la précocité des saisons, on peut, cependant, la fixer d'une manière générale :

D'octobre à janvier, pour les truites, les saumons, l'ombre chevalier, la lotte commune;

En février et mars, pour le brochet;

En avril et mai, pour le barbeau, la brème, la sandre, l'ombre commune, la perche;

De juin à la fin d'août, pour les carpes, la tanche, le goujon.

Chaque espèce ne se reproduit qu'une seule fois dans l'année.

Conditions où se font les pontes. — Les conditions au milieu desquelles ces divers poissons placent leurs œufs offrent presque autant de variétés que les époques de la ponte.

Ainsi les truites, les saumons, les ombres les déposent et les enfouissent dans des fosses creusées par eux, sur des bancs de cailloux, de gravier, lavés par des eaux vives, fraîches et roulantes.

La carpe, la tanche, le brochet les fixent aux herbes qui croissent et flottent dans les eaux calmes et chaudes des rives ou des petits fonds.

Le barbeau, la brème, le goujon les dispersent sur les fonds graveleux soumis aux courants.

Enfin, la perche les pond en masse, sous forme de bourse allongée, et les enlace aux racines, aux branchages submergés, aux végétaux aquatiques, qu'elle rencontre dans les eaux tranquilles des gares, des anses.

Multiplication des poissons par les procédés artificiels.

Dans l'état de nature, les pontes des poissons sont soumises à de nombreuses causes de destruction. Non-seulement les œufs peuvent être troublés et arrêtés dans leur développement par suite de modifications accidentellement apportées au régime des eaux, mais encore leur nombre est incessamment diminué par une foule d'insectes, d'oiseaux aquatiques et surtout de poissons qui les recherchent et s'en nourrissent. Aussi comprend-on que la multiplication des espèces soit si peu en rapport avec leur excessive fécondité. Pour favoriser cette multiplication, il faut donc soustraire les œufs à leurs ennemis et aux causes qui peuvent les altérer : double résultat que l'on obtient par la fécondation artificielle, et les procédés qui s'y rattachent.

Conditions des œufs et de la laitance propre à la fécondation.

Quelle que soit l'espèce que l'on veut multiplier artificiellement, on ne peut opérer avec succès si la laitance, chez le mâle, si les œufs, chez la femelle, ne sont pas mûrs et sains.

Pour les obtenir dans de telles conditions, le meilleur moyen est de s'emparer des sujets lorsqu'ils fréquentent les frayères. Cependant, lors même qu'on les prend à ce moment, la ponte n'est pas toujours tellement imminente qu'on puisse la provoquer immédiatement. Dans ce cas, on met les poissons que l'on vient de capturer dans des viviers, et quelques jours suffisent ordinairement pour amener les œufs et la laitance au degré de maturation désirable.

Caractères des œufs mûrs. — Les œufs sont mûrs lorsqu'ils sont libres dans le ventre de la femelle. Des signes, appréciables à l'extérieur, traduisent cette maturation. Le pourtour de l'anus est rouge, gonflé, proémine sous forme de bourrelet, et, dans beaucoup de cas, des œufs, descendus par leur propre poids, sont engagés dans ce bourrelet et s'y montrent par transparence. Le ventre est mou, cède facilement à la pression, et l'on sent, à travers ses parois, les œufs se déplacer sous les doigts. Enfin le plus léger effort, souvent même la simple suspension de l'animal, suffit pour provoquer la ponte.

Mais ces signes de maturation se manifestent aussi bien quand les œufs sont sains que lorsqu'ils sont altérés. L'on ne peut bien juger de leur état qu'après en avoir reçu quelques-uns dans un vase contenant de l'eau.

Caractères des œufs sains. — Les œufs sains, au moment de leur chute, sont plutôt transparents qu'opaques ; ils ont une teinte franche, et l'enduit visqueux qui les enveloppe ne blanchit pas au contact de l'eau.

Caractères des œufs altérés. — Les œufs altérés ont des teintes louches, sont parfois totalement ou partiellement opaques. D'autres fois, avec une transparence extrême, ils ont un noyau central plus ou moins volumineux, et la mucosité qui les entoure, ordinairement sanieuse, blanchit et trouble l'eau dans laquelle on les plonge.

Tenter la fécondation sur des œufs qui offrent de pareils caractères, serait peine perdue : il faut les rejeter.

Caractères de la laitance mûre. — Chez le mâle, la laitance est mûre lorsque de légers frottements le long des flancs, ou seulement les efforts que fait l'animal en se débattant, en produisent l'écoulement.

Caractères de la laitance saine. — Elle est saine, et dans de bonnes conditions, si elle a la couleur, la consistance et la fluidité de la crème.

Caractères de la laitance altérée. — La laitance que l'on obtient à l'aide de fortes pressions, qui sort par gouttes épaisses, difficiles à délayer dans l'eau, ayant une teinte jaunâtre ou rougeâtre, est altérée ou n'a pas toute sa maturité et, par conséquent, toute sa vertu fécondante. On doit également s'abstenir de l'employer.

Le succès dépend donc beaucoup ici du choix des sujets, et de l'état des œufs et de la laitance.

Il faut, autant que possible, n'opérer qu'avec des animaux vivants. Cependant on peut utiliser des poissons qui seraient morts depuis quelques heures, mais dont la laitance et les œufs offriraient les signes qui caractérisent les produits sains.

Procédés de fécondation artificielle.

Pour accomplir sûrement et rapidement la fécondation artificielle, il faut préalablement, et quelle que soit l'espèce, placer dans deux

baquets pleins d'eau, d'un côté, les mâles, de l'autre, les femelles dont on va se servir.

Il faut aussi considérer si les œufs qu'on va féconder restent libres, comme ceux des saumons, des truites ; ou si, en tombant, ils se fixent aux corps étrangers, comme ceux des carpes, de la tanche, du barbeau. Cette différence dans la manière dont les œufs se comportent, en entraîne une dans le mode de procéder.

Fécondation des œufs qui restent libres. — Dans le premier cas, voici comment on opère :

Après s'être pourvu d'un vase en faïence, en bois ou en verre, à fond large et plat, ou même d'un baquet bien propre, on le remplit à moitié ou au tiers seulement d'une eau pure et limpide à la température de 5 à 10 degrés pour les espèces dont il s'agit (truites, saumons, ombres). Cela fait, on s'assure d'une femelle, que l'on saisit des deux mains, mais de telle sorte que la gauche corresponde à la tête et la droite à la queue. Dès que l'on s'en est rendu maître, et qu'elle ne se débat plus, on l'approche du vase et on la délivre en lui pressant légèrement les flancs entre le pouce et les autres doigts de la main droite, que l'on fait glisser de la tête à la queue, autant de fois qu'il est nécessaire.

Il arrive parfois qu'une première tentative est sans résultat : la femelle retient ses œufs par de violentes contractions. Il ne faut dans ce cas rien brusquer, mais attendre. Quelques secondes suffisent ordinairement pour faire cesser cet état spasmodique, et les œufs coulent alors sans difficulté.

Cette première opération terminée et après avoir changé l'eau, si elle a été souillée par d'abondantes mucosités ou par des déjections de la femelle, l'on saisit immédiatement un mâle, et l'on extrait, par le même procédé, quelques gouttes de laitance, dont on facilite la dispersion sur les œufs en imprimant, soit avec la main, soit avec une plume, soit même avec la queue du poisson, une légère agitation à l'eau qui doit prendre alors une très-faible teinte opaline.

Le même mâle fournit assez de semence pour féconder les œufs de plusieurs femelles.

Une minute environ de repos rend l'imprégnation suffisante ; on lave les œufs, en renouvelant plusieurs fois l'eau du vase qui les a reçus.

Toutes ces manœuvres peuvent être exécutées par une seule personne lorsque les sujets sont de petite taille ; mais des poissons de deux à trois livres réclament déjà l'assistance d'un aide, dont le rôle consiste à maintenir, avec un linge, la queue de l'animal, afin d'en modérer les contractions.

Un aide et quelquefois deux sont également nécessaires pour des poissons de cinq à six livres et au-dessus. L'opérateur qui provoque l'expulsion des œufs ne le peut bien alors qu'en comprimant, d'avant en arrière, avec ses deux mains, les flancs de la femelle qu'un premier assistant suspend par les ouïes, pendant qu'un deuxième lui saisit fortement la queue, pour prévenir tout mouvement brusque.

En général, les œufs que doit pondre une femelle pendant la saison mûrissent à la fois, se détachent simultanément de l'ovaire et sont simultanément aptes à être fécondés. Cependant les saumons et les truites, livrés à eux-mêmes, font des pontes successives et mettent plusieurs jours à frayer. Pour imiter ce qui se passe dans la nature, on devrait donc, après avoir obtenu d'une femelle et d'un mâle un certain nombre d'œufs et la quantité de semence nécessaire pour les féconder, laisser reposer les sujets dans un vivier, un jour au moins avant de renouveler l'opération. Mais ce que l'on peut faire impunément avec des poissons destinés au marché, et que l'on peut garder quelque temps dans d'étroits espaces, devient nuisible à ceux que l'on veut conserver comme reproducteurs. Des manœuvres réitérées les fatiguent, les altèrent et finissent par leur devenir fatales. Aussi est-il préférable de les délivrer de tous leurs œufs à la fois et de leur rendre immédiatement la liberté.

Si ces œufs sont trop abondants, ce qui arrive lorsque l'on a affaire à des femelles dont le poids est déjà de trois à quatre livres, il faut éviter de les recevoir tous dans un seul vase et de les *laitancer* en masse. On doit alors les répartir dans des vases distincts, par petits lots de trois à quatre mille, et faire des fécondations partielles.

Fécondation des œufs qui se fixent. — Pour les œufs qui s'attachent aux corps sur lesquels ils tombent, comme ceux des carpes, de la tanche, etc., le mode de fécondation diffère un peu de celui qui vient d'être exposé.

Plusieurs baquets de capacité convenable renfermant de l'eau à la température de 16 à 20 degrés, des plantes aquatiques ou de petits balais de bruyère, de brindilles, de chevelu de certains arbustes sont ici nécessaires, et trois personnes doivent concourir simultanément à la fécondation.

L'une saisit la femelle, et par la manœuvre indiquée plus haut la délivre d'une partie de ses œufs ; l'autre prend en même temps le mâle, dont elle exprime quelques gouttes de laitance ; la troisième, enfin, reçoit les deux produits sur les touffes d'herbes, les bouquets de bruyère plongés dans le baquet, et favorise le mélange en agitant doucement ces touffes et en les retournant, pour que les œufs se fixent un peu partout.

Ici les fécondations sont nécessairement partielles ; lorsqu'une touffe est convenablement garnie d'œufs, on passe immédiatement à un autre baquet, et on procède à la même opération, jusqu'à ce que les poissons dont on dispose soient à peu près épuisés.

Les fécondations des carpes, des tanches et de tous les poissons dont les œufs adhèrent, demandent, on le voit, plus de soins que celles des saumons et des truites, et ne donnent pas de moins bons résultats, lorsqu'elles sont bien faites.

Du reste, on peut multiplier ces poissons par un moyen plus simple et qui dispense d'avoir recours à la fécondation artificielle. Il suffit de mettre, à l'époque de la reproduction, dans des réservoirs, des fossés et même des mares, alimentés par des eaux naturelles, pures et chaudes, plusieurs couples adultes de l'espèce qu'on veut propager (carpes ou tanches par exemple), pour obtenir des pontes et des éclosions abondantes, surtout si on a le soin de créer, dans ces bassins, des frayères artificielles, lorsque la végétation n'y fournit pas de bonnes conditions de ponte.

Transport des œufs fécondés.

Si les œufs fécondés artificiellement doivent subir leur incubation dans des appareils disposés d'avance sur les lieux mêmes ou dans le voisinage, on les verse directement dans ces appareils, au fur et à mesure que les opérations sont accomplies.

S'ils doivent parcourir de grandes distances avant d'arriver à destination, on les place alors dans des conditions qui, tout en atté-

nuant les pertes, rendent le transport facile. Ces conditions varient selon l'état de la température et selon la nature des œufs.

Transport des œufs libres. — Pour les œufs libres et résistants, on a des boîtes en bois ou en fer-blanc, dans lesquelles on les met à sec, par couches superposées, entre de la mousse préalablement lavée et bien tordue. L'humidité qu'elle conserve après le lavage et la torsion est assez grande pour préserver les œufs de la dessiccation.

Dans le cas où l'on a à redouter la gelée, l'on renferme la boîte qui contient les œufs dans une boîte plus grande et l'on comble les vides que ces deux boîtes laissent entre elles, soit avec de la mousse parfaitement sèche, soit avec du foin, de la sciure de bois, ou avec d'autres matières qui s'opposent à l'action trop directe du froid.

Transport des œufs adhérents. — Les œufs adhérents à des corps étrangers, comme ceux de la carpe, du gardon, etc., ne peuvent être transportés aussi loin que les œufs des saumons ou des truites. Le peu de résistance de leurs membranes les rendant trop accessibles à l'action délétère des corps environnants, il serait imprudent de leur faire supporter un voyage de deux à trois jours.

Si la distance qu'on doit leur faire parcourir est de quelques heures seulement, on emploie, pour leur transport, des seaux ou des baquets pleins d'eau, dans lesquels on plonge les corps auxquels ils adhèrent.

Si la distance est plus grande, l'on enferme, par petits paquets, dans une boîte, dans une bourriche, les corps qui supportent les œufs, en ayant la précaution de ne pas trop les entasser, pour éviter la compression, et d'entourer chaque paquet d'un linge mouillé simple ou double.

Transport des œufs agglutinés. — Les œufs agglutinés ensemble, tels que ceux de la perche, sont plus délicats encore que ceux de la tanche, de la carpe, et demandent d'autres soins. Ce n'est plus entre des herbes ou des linges humides que leur transport doit se faire, surtout s'ils ont une destination un peu éloignée, mais dans des bocaux ou des baquets remplis aux trois quarts d'une eau à la température de celle où s'est faite la récolte.

Incubation des œufs. — Appareils qu'elle nécessite.

Quel que soit le procédé à l'aide duquel on s'est procuré des œufs, que ces œufs soient libres, adhérents ou agglutinés, on doit se garder de les abandonner au hasard en plein cours d'eau ou dans des étangs. Il faut les mettre à l'abri des causes de destruction qui, dans la nature, frappent quelquefois des générations entières. On y parvient en les plaçant dans des conditions particulières.

Incubation des œufs libres dans l'appareil à courant continu. — L'appareil à courant continu, formé de rigoles ou augettes, en terre vernissée, de 50 centimètres de longueur, 15 de large et 10 de profondeur, dans lesquelles s'adapte une claie à baguettes de verre, convient parfaitement à l'incubation des œufs de truite, de saumon, d'ombre, et donne les meilleurs résultats.

Cet appareil, qui est d'une parfaite innocuité, rend la surveillance facile, permet d'entretenir autour des œufs la propreté nécessaire à leur évolution, et se prête à toutes les combinaisons.

On peut le réduire à une seule rigole, alimentée par l'eau d'une fontaine, d'un tonneau, d'un récipient quelconque : on peut en multiplier les rigoles, les disposer par séries parallèles sur des échafaudages en forme de marchepied, ou les étager à côté les unes des autres, sur un double rang de gradins se correspondant comme les marches d'un double escalier.

Un petit filet d'eau, qu'un robinet règle à volonté, détermine, en tombant de rigole en rigole, un courant qui assure le régulier développement des œufs, si toutefois ces œufs ne sont pas entassés sur les claies. Une rangée, deux au plus, forment des couches convenables.

Incubation des œufs libres dans les ruisseaux naturels. — A défaut d'appareils de cette nature, on peut faire développer les œufs de saumons, de truites, d'ombres dans de petits ruisseaux naturels, à fond caillouteux, à la condition qu'ils y seront à l'abri de tout accident, et que l'eau, plutôt froide que chaude, ne sera ni très-profonde ni très-courante.

Température qui convient à l'incubation des œufs libres. — La température la plus convenable pour les œufs de ces espèces, dans quelque condition qu'on les place, est celle qui, offrant le moins

de variations, se maintient entre 6 et 10 degrés au-dessus de zéro.

Parmi les espèces de la famille du saumon, il en est une, le *féra*, qu'il importe d'acclimater à cause de sa grande fécondité, mais ses œufs éclosent en des conditions particulières. Il faut les semer, comme du grain, sur des lits de cailloux et de gravier dans des eaux peu profondes, ou, ce qui est préférable, les répandre sur des lits de mousse incomplétement immergés, dans lesquels la capillarité entretient une constante humidité.

Si l'on place ces mousses dans des appareils à éclosion, l'eau devra s'écouler par l'ouverture pratiquée à la partie inférieure de l'extrémité opposée à celle par où entre le courant.

Lorsque l'éclosion est imminente, on ferme l'ouverture d'écoulement, l'auge se remplit et les jeunes poissons qui naissent peuvent alors se mouvoir librement. Mais, au lieu de les laisser dans des appareils, comme on le fait pour les autres espèces de la même famille, il faut se hâter de les jeter dans les eaux que l'on veut ensemencer, parce qu'ils sont d'une nature vagabonde.

L'appareil à courant continu sert aussi à faire éclore les œufs adhérents qui, comme ceux du barbeau, ont besoin d'une eau courante pour se développer.

Incubation des œufs adhérents dans des récipients.— Température qui convient à l'incubation des œufs adhérents. — Quant aux œufs de carpe, de tanche, de perche, de brème, etc., leur incubation s'accomplit parfaitement et avec sécurité dans des cuves en bois ou de larges baquets bien propres, dans lesquels n'auraient point séjourné des substances délétères. On y immerge les plantes auxquelles ces œufs sont fixés, et l'on fait en sorte d'y maintenir l'eau à une température de 12 à 15 degrés pour les perches, de 20 à 25 degrés pour les carpes et les tanches. Pour obtenir ce résultat, l'on ombrage les baquets avec une toile ou des branchages, si l'ardeur du soleil élève la température de l'eau au-dessus du degré convenable; on les couvre avec des planches ou des paillassons, si le froid de la nuit tend à l'abaisser trop.

Après l'éclosion, on verse les jeunes, avec l'eau qui les contient, dans le bassin ou le cours d'eau que l'on veut empoissonner.

Incubation des œufs adhérents dans les cours d'eau. — L'on peut encore employer avec succès, pour l'incubation des œufs adhérents, des mannes en osier, des boîtes à claire-voie, des paniers que l'on

place, après y avoir renfermé les corps sur lesquels ces œufs sont fixés, dans les anses des rivières, les gares, les petits réduits naturels, là où l'eau est calme, très-peu profonde et d'une température favorable au développement de l'espèce.

Pour que ces engins ne soient pas entraînés, ou déplacés, on les attache à une corde, qu'un pieu fixe au rivage.

L'ensemencement se fait ici de lui-même; les jeunes poissons, en éclosant, se dispersent aussitôt dans les eaux où leur développement s'est accompli.

Durée de l'incubation, soins à donner aux œufs de saumons, etc., pendant cette période.

La durée de l'incubation varie selon les espèces et selon la température des eaux. Dans les conditions normales, elle est de dix à quinze jours pour les œufs de carpe, de tanche, de barbeau; de vingt jours environ pour ceux du brochet et de l'ombre commune; d'un mois et demi à deux mois pour les œufs de truite, de saumon.

Soins qu'exigent les œufs de saumon durant l'incubation. — Ces derniers, durant cette longue période, réclament quelques petits soins. Ainsi, tous les deux ou trois jours, on doit enlever avec des pinces les œufs qui ont blanchi. Ces œufs étant frappés de mort, deviennent le siége d'une végétation parasite qui nuit aux autres lorsqu'on ne les retire pas. Il faut aussi, pendant les deux premières semaines, se garder de les agiter et surtout de leur faire subir un transport, quelque courte que soit la distance à parcourir. Le repos le plus complet leur est, dans les premiers jours, absolument nécessaire.

Plus tard, quand les formes du jeune poisson se dessinent bien, quand les yeux apparaissent comme deux points noirâtres à travers la membrane externe, les mouvements, l'agitation qu'on imprime aux œufs n'ont plus le même danger. On peut alors, s'il y a nécessité, purger les appareils des sédiments que les eaux y auraient apportés, retirer les claies et leur contenu des augettes, transborder les œufs d'une claie à l'autre.

Transport des œufs en voie de développement. — C'est aussi cette période du développement qu'il faut choisir pour les faire voyager. A cet effet, on procède exactement de la même façon que pour les

œufs libres dont on vient d'opérer la fécondation. Disposés par couches dans des boîtes, sur de la mousse humide, ils parviennent sûrement à destination. Remis en incubation, après leur déballage, ils poursuivent leur évolution et ne tardent pas à éclore.

Soins à donner aux jeunes poissons après la naissance.

En naissant, les jeunes poissons ne montrent pas tous le même instinct.

La plupart de ceux dits poissons blancs, poissons d'été, comme la carpe, se dispersent presque aussitôt dans l'eau et se dérobent par leur vivacité et leur petitesse à toute espèce de protection. L'essentiel, pour ces espèces, est que les eaux dans lesquelles on les fait développer ou dans lesquelles on les jette, lorsqu'ils sont nés ailleurs, leur offrent de bonnes conditions de sécurité, de température et d'abri.

Les espèces de la famille des saumons, le féra excepté, ont, au contraire, au sortir de l'œuf, une énorme poche, ou vésicule ombilicale, qui les condamne à l'immobilité et les rend incapables de se soustraire par la fuite à la voracité de leurs ennemis. L'action de l'homme doit donc ici intervenir, et elle le peut d'une manière efficace en conservant, pendant quelque temps, ces espèces précieuses dans les appareils.

On les y laisse dans le repos le plus absolu, à l'abri de la vive lumière et sans les nourrir ; les éléments contenus dans l'énorme vésicule qu'ils portent fournissent à leurs besoins durant un mois environ. Lorsque cette vésicule est sur le point de s'effacer complétement, ce qui arrive vers la fin de la cinquième ou sixième semaine, on les retire alors des rigoles en terre, soit pour les mettre dans de petits ruisseaux, dans des bassins d'alevinage, préalablement purgés, autant que possible, de tout animal destructeur, soit pour les porter directement dans les pièces d'eau, les étangs, les rivières qu'ils sont destinés à peupler.

Moyens de transporter les jeunes poissons.

Le transport des poissons se fait avec d'autant plus de sécurité que les sujets sont plus jeunes.

Transport des poissons à la veille de perdre la vésicule ombilicale. — Pour transporter les poissons qui ont perdu ou qui sont sur le point de perdre leur vésicule ombilicale, on se sert de bocaux de la capacité de deux à trois litres, enfermés dans des paniers à compartiments (des paniers à bouteilles, par exemple) et remplis aux deux tiers d'une eau fraîche et limpide. Chaque bocal ne doit pas contenir plus de 500 à 600 sujets environ. On leur fait de la sorte parcourir de grandes distances et avec des pertes insignifiantes ou nulles si, pendant le voyage, on a le soin de renouveler de deux en deux heures une bonne partie de l'eau des bocaux. Cette précaution est surtout nécessaire lorsque la température de l'air est élevée.

Transport des poissons à l'état de feuille. — S'il s'agit de poissons qui ont déjà atteint la taille de 5 à 6 centimètres, les bocaux sont insuffisants. De petits tonneaux à large ouverture, bien dépouillés, par une longue macération, des substances nuisibles dont le bois aurait été pénétré, remplissent alors les conditions désirables. On les emplit à moitié environ d'une eau à basse température, que l'on renouvelle également durant le trajet, si cela est possible, ou que l'on aère de temps en temps à l'aide d'une pompe à jet continu, plongeant dans le tonneau et y rejetant l'eau. Plusieurs milliers de petits poissons peuvent de la sorte être emportés au loin.

On transporte aussi par le même moyen, mais en petits nombres seulement, des poissons d'assez grande taille.

Transport de la montée d'anguille. — L'anguille est une des espèces d'eau douce dont la pêche peut fournir d'abondants produits. Sa chair est estimée, son accroissement rapide ; il importe de l'introduire en aussi grand nombre que possible dans les eaux qui en sont dépourvues. On le peut d'autant mieux qu'on la recueille à l'état d'alevin, auquel on donne le nom de *montée,* en quantité prodigieuse. Cette récolte est annuelle et se fait dans tous nos fleuves aux syzygies d'avril et de mai.

Pour faire parvenir la *montée* des lieux où s'en fait la pêche à ceux auxquels on la destine, le moyen qui a le mieux réussi jusqu'à ce jour est celui qui consiste à mettre les jeunes anguilles à sec, dans des paniers à mailles serrées, au fond desquels on étale un vieux linge ou du papier un peu fort, et que l'on emplit, sans trop la tasser, de paille bien imbibée à tige entière, à laquelle on associe quelques plantes aquatiques.

Des paniers ainsi organisés peuvent recevoir deux et même trois livres de *montée* vivante, c'est-à-dire de 4,000 à 5,000 jeunes anguilles.

Aménagements propres à favoriser les pontes naturelles. — Frayères.

Concurremment avec ces moyens de propagation, l'action de l'homme doit encore intervenir, soit pour ménager les lits de ponte naturels, soit pour les multiplier artificiellement lorsqu'ils sont insuffisants, soit pour en créer lorsqu'il n'en existe pas ou qu'ils ont été détruits.

Draguage des cours d'eau. — Ainsi lorsqu'il y aura nécessité de draguer une partie de rivière que l'on sait être un lieu de reproduction pour les truites ou pour toute autre espèce qui fraie dans les cailloux, il faudra ne faire l'opération qu'après les éclosions, et, si c'est possible, laisser pour les pontes ultérieures quelques réserves sur les points les plus favorables.

Faucardement des herbes aquatiques. — Il en sera de même pour la coupe des herbes dans les lieux où les poissons se rassemblent pour frayer. Cette coupe ne devra s'effectuer qu'après les pontes, et, s'il y a urgence de la pratiquer avant, on conciliera les exigences du service avec les intérêts de la reproduction, en laissant de distance en distance, sur les points les plus fréquentés par les poissons, les mieux protégés et les moins profonds, des massifs de végétaux.

Frayères artificielles. — Dans les cours d'eau dépourvus de frayères naturelles, dans ceux où, par suite de travaux exécutés en vue des besoins de la navigation, elles ont été complétement supprimées, on supplée à ce défaut de conditions nécessaires à la reproduction, par des frayères artificielles, que l'on établit un mois environ avant l'époque ordinaire des pontes.

L'organisation de ces frayères, leur position, les matériaux propres à leur construction, varient nécessairement selon l'espèce à laquelle elles sont destinées.

Frayères à truite, etc. — Pour les saumons, les truites, les ombres, on choisit dans un ruisseau ou dans un bras de rivière, et à une petite profondeur, un fond solide dépourvu de vase, de végéta-

tion, lavé par une eau courante et limpide, et l'on couvre ce fond, sur une étendue de 2 à 3 mètres carrés, d'une couche de 10 à 20 centimètres de petits cailloux roulés mêlés à du gravier. Les plus forts cailloux doivent avoir à peu près le volume du poing.

Frayères à barbeau, etc. — C'est aussi avec des cailloux un peu plus petits et du gravier, disposés par tas dans des courants modérés, que l'on prépare des lits de ponte au barbeau et à d'autres espèces dont les œufs se fixent aux pierres.

Frayères à carpe, etc.— Quant aux frayères destinées aux carpes, aux tanches, et généralement à tous les autres poissons dont les œufs se collent aux herbes, on les établit, soit avec de simples gâteaux de gazon un peu dru, que l'on arrange côte à côte sous forme de prairie, soit avec des végétaux aquatiques, des joncs enlevés avec la terre qui les soutient et replantés par groupe sur le fond même des rivières, ou dans des caisses plates en bois ; soit encore avec des lattes ou perches d'un mètre et demi à deux mètres de long, dont on compose une sorte de clayonnage, auquel on attache des touffes d'herbes ou de racines, des bottes de bruyère, de menu bois ou de joncs, de manière à simuler de petits massifs.

Ces frayères doivent être placées à de petites profondeurs, sur les bords en pente douce des anses, des gares bien exposées au soleil et dans des eaux tranquilles et chaudes. On leur donne une position oblique ou horizontale, selon que les localités le commandent, et un lest en pierre sert à couler celles qui sont clayonnées.

Protection des frayères. Les frayères, qu'elles soient naturelles ou artificielles, attirent le poisson sur le même point et rendent sa capture abondante et facile ; aussi est-ce sur elles que le maraudage exerce particulièrement ses manœuvres coupables. Pour en arrêter les effets dévastateurs, il faut, partout où la surveillance ne peut s'exercer efficacement, garantir les frayères et leurs abords, soit avec des fragments de roche disséminés sur le fond, soit à l'aide de pieux solidement piqués à la distance de quelques mètres les uns des autres, et armés de clous dans leur partie saillante. Ce moyen rend impossible le jeu des filets à jet, tels que l'*épervier* et annihile l'effet de la *seine* et autres filets traînants.

Mesures générales propres à favoriser et à protéger la reproduction naturelle. — Pour compléter les mesures propres à assurer le repeuplement des cours d'eau, il faut enfin protéger la reproduction na-

turelle, en facilitant aux poissons, par la destruction des barrages, l'accès des lieux de ponte; en veillant à ce que les espèces ne soient ni pêchées, ni troublées, au moment de la fraie ; en éloignant des frayères tout ce qui peut être nuisible aux œufs qui y sont déposés ou aux jeunes qui viennent de naître.

La loi fournit des moyens d'exercer cette protection.

Les canards, les oies, étant essentiellement destructeurs des œufs et du fretin, doivent être soigneusement écartés, pendant la période des pontes au moins, des cantonnements de reproduction.

Ressources que peut offrir la Société de pisciculture de Belgique, pour le repeuplement des eaux avec des poissons de la famille des salmonidés.

L'établissement de pisciculture de Huningue, qui fonctionne depuis dix ans dans le but d'encourager la pisciculture et le repeuplement des eaux de la France, fournit à la Société de pisciculture de Belgique, de précieuses ressources en œufs fécondés de la famille des salmonidés, lorsqu'on ne trouve pas sur place les éléments nécessaires pour accomplir les fécondations artificielles dont il a été parlé ci-dessus.

Espèces susceptibles d'être expédiées.— La Société de pisciculture de Belgique se trouve, par suite de ce généreux concours, en mesure d'expédier chaque année, pendant l'hiver, à ceux de ses membres qui en font préalablement la demande, des œufs fécondés de truite commune, truite saumonée, truite des lacs, saumon du Rhin, ombre chevalier, féra, et au printemps éventuellement des œufs fécondés de saumon heuch et d'ombre commun.

Des alevins des mêmes espèces sont aussi fournis aux membres de la société qui consentent à faire prendre ces alevins à l'établissement.

Mode d'expédition. — Les œufs de saumon, de truite et d'ombre ne sont expédiés qu'après un certain temps d'incubation, lorsque l'embryon y est parfaitement visible à l'œil nu, et lorsque l'on a, par conséquent, la certitude qu'ils ne seront pas stériles.

Pour les faire parvenir à destination sans qu'ils s'altèrent, on a soin de les renfermer dans des boîtes garnies de plantes aquatiques ou de mousses plus ou moins humides, entre lesquelles on les place, soit en un seul bloc, soit par couches alternes.

Déballage des œufs. — Les personnes auxquelles la société expédie n'ont donc, après avoir ouvert la boîte, qu'à enlever la couche supérieure d'herbes ou de mousses pour découvrir ces œufs, et, quand ces œufs sont ainsi mis à nu, qu'à les verser, en soutenant avec la main le lit sur lequel ils reposent, dans un vase (cuvette ou baquet) rempli d'une eau pure, dont la température peut varier de 4 à 10 degrés au-dessus de zéro. Si, au-dessous de ce premier lit, il s'en trouve un second, elles répéteront la même manœuvre autant de fois que cela sera nécessaire pour vider la boîte.

On peut également faire l'opération en versant à la fois tout le contenu de la boîte, mousses et œufs, dans le baquet; l'on retire ensuite par pincées, en les secouant légèrement; les végétaux qui ont servi à l'emballage; et les œufs, comme dans la manœuvre précédente, tombent au fond du récipient, d'où on les fait passer soit à l'aide d'une cuiller, soit avec la main, dans un appareil à éclosion, à moins qu'on ne préfère les y verser directement à l'aide du baquet.

Après le déballage, si quelques œufs isolés sont restés engagés entre les brins d'herbes ou de mousses, on les extrait avec une pince ou avec les doigts sans inconvénient pour l'embryon.

Dans le cas où, malgré toutes les précautions prises pour éviter la gelée pendant le voyage, les œufs en ont subi les atteintes, il faut verser le contenu de la boîte dans une eau qui n'ait pas plus de 1 à 2 degrés au-dessus de zéro, et l'y laisser séjourner quelques heures; par ce moyen le dégel s'opère peu à peu, et l'on évite le danger qu'il y aurait à faire passer trop subitement les œufs d'une température basse à une température plus élevée.

Lorsque, par un motif quelconque, on n'a pas le temps de déballer les œufs au moment de leur réception, et qu'on est obligé de renvoyer l'opération au lendemain, *ce qu'il faut éviter autant que possible,* il est essentiel de placer la boîte non ouverte dans un lieu frais.

Les œufs arrivés en bon état sont turgescents, transparents, laissent apercevoir les formes de l'embryon et offrent des couleurs assez franches. Ceux du saumon commun ont ordinairement 7 millimètres de diamètre, et sont caractérisés par leur belle couleur d'un rouge-groseille tendre; ceux de la truite des lacs, un peu moins volumineux, ressemblent à des groseilles blanches; ceux de la

truite commune, fort variables pour la taille, rappellent le succin par leur coloration jaune pâle ; ceux de l'ombre-chevalier, plus petits généralement que ceux de la truite commune, sont d'un gris clair ou blanchâtre ; ceux du saumon heuch ont la même nuance, mais sont aussi gros que ceux de la truite des lacs.

Les œufs qui ne présentent pas la transparence et la coloration qui leur sont propres, qui offrent des taches opaques blanches plus ou moins étendues, et qui sont complétement d'un blanc mat, comme si leur contenu était coagulé, sont morts et ne doivent, par conséquent, pas être soumis à l'incubation.

Incubation et soins à donner aux œufs. — Les appareils qui permettent d'avoir toujours les œufs sous les yeux, sans que l'on ait besoin de les retirer de l'eau, sont ceux qu'il faut préférer, parce qu'ils rendent la surveillance facile.

Si, au moment de la réception de l'envoi, on n'a pas d'appareil, on peut placer provisoirement les œufs dans une cuvette où l'on fait tomber un filet d'eau d'une fontaine, d'un baquet, d'un tonneau, de manière à y établir un léger courant. On peut aussi les placer dans un ruisseau naturel à fond graveleux, à condition qu'ils y seront, en attendant une destination plus commode, à l'abri de tout accident, et que l'eau ne sera ni très-profonde, ni très-courante, ni trop froide, ni trop chaude. La température la plus convenable pour l'incubation des œufs de salmonidés est celle qui, offrant le moins de variations, se maintient entre 6 et 10 degrés centigrades au-dessus de zéro.

Dans aucun cas, les œufs ne doivent être abandonnés au hasard, en pleine rivière ou dans un lac ; les soustraire aux soins qu'ils réclament serait s'exposer à un insuccès. Ces soins consistent à entretenir autour d'eux la propreté, à les débarrasser des sédiments que les eaux non filtrées déposent abondamment, et de tous les petits animaux aquatiques qui les altèrent en les piquant ; à maintenir dans l'appareil où on les place un courant continu et modéré ; à ne pas les laisser entassés, leur accumulation empêchant la surveillance de s'exercer efficacement sur tous et à retirer soigneusement une fois par jour, à l'aide d'une pince, les œufs blancs. Ces œufs, étant frappés de mort, deviennent le siége d'une végétation parasite, qui nuit aux autres lorsqu'on néglige de les enlever.

Soins à donner aux jeunes poissons. — Au sortir de l'œuf, les

jeunes salmonidés portent une énorme vésicule ombilicale qui les condamne, pendant cinq à six semaines, à une immobilité à peu près complète. Durant ce temps, si on les conserve dans l'appareil où ils sont nés, il faut les laisser autant que possible dans le *repos le plus absolu, à l'abri de la vive lumière*, et leur continuer les soins de propreté.

Au bout de six semaines, la vésicule ombilicale étant presque entièrement résorbée, et son contenu ne pouvant plus suffire à leur nutrition, les jeunes cherchent à manger. Il faut alors les mettre dans un bassin, dans un cours d'eau où ils puissent trouver une nourriture naturelle, et, à défaut, fournir à leur alimentation, en leur donnant par petites quantités, deux ou trois fois par jour, de la chair musculaire crue de mammifères, de poissons, de grenouilles, que l'on convertit en une sorte de bouillie, en la hachant et en la pilant. Mais, il faut avoir le soin, lorsqu'on les soumet à ce régime dans une eau qui n'est pas courante, de purger de temps en temps le bassin des dépôts que forment les particules animales qui n'ont pas été dévorées.

Ce qu'il y aurait de mieux, si l'on possédait un bassin spacieux, dépourvu de tout animal nuisible, serait, après avoir conservé les jeunes poissons deux ou trois semaines dans l'appareil, de les mettre en pleine eau, leur laissant le soin de pourvoir eux-mêmes à leurs besoins.

Observations relatives aux œufs de féra. — L'établissement de pisciculture de Huningue et par suite la Société de pisciculture de Belgique n'expédie pas les œufs de féra à l'état embryonné, parce que leur petit volume en rend la manipulation trop difficile. Pour les faire parvenir à destination avec le moins de perte possible, il les distribue immédiatement après la fécondation.

Les personnes qui reçoivent ces œufs doivent les semer comme du grain, c'est-à-dire les jeter à la volée sur les bords des lacs, des grands étangs, des fleuves, là où les eaux sont peu profondes, les fonds graveleux, légèrement boueux ou même couverts d'herbes.

Si on veut les faire éclore dans des appareils incubateurs ou dans des ruisseaux artificiels, il faut garnir ces appareils ou ces ruisseaux de coussins formés avec des plantes aquatiques assez peu immergées pour que la capillarité seule y entretienne une constante humidité.

Le courant qui passe à travers les couches inférieures de ces lits incubateurs suffit à maintenir dans les couches supérieures l'humidité voulue, et les œufs mêlés à ces dernières s'y développent avec la plus grande régularité.

A mesure que les jeunes éclosent, le courant les entraîne soit dans un baquet inférieur, soit dans les eaux libres, suivant qu'on opère dans un laboratoire ou dans un ruisseau.

Au sortir de l'œuf, les jeunes féras, au lieu de rester immobiles pendant cinq ou six semaines comme les autres salmonidés, se mettent immédiatement à vaguer à la surface. Il n'y a donc qu'à leur donner la liberté. Mais, dans le cas où on voudrait les élever en captivité, il faudrait, pour les nourrir, réduire en poussière du foie desséché, et jeter cette poussière à la surface de l'eau. Ils en sont très-friands, pourvu qu'elle soit assez fine.

V. — Résumé du compte rendu des opérations des chemins de fer de l'État, pendant l'exercice 1863.

A. — *Développement des lignes.*

Au 31 décembre 1863, les chemins de fer en exploitation sur le territoire de la Belgique avaient un développement de 2,011,759 mètres, supérieur de 105,652 mètres à celui de l'année précédente.

Ces 105,652 mètres se répartissent de la manière suivante ·

	Mètres
1° Athus à la frontière.	2,287
2° Dinant à la frontière, vers Givet	18,911
3° Louvain à Hérenthals	37,615
4° Maldeghem à Bruges	18,780
5° Bruges à Blankenberghe.	14,560
6° Tongres à Munsterbilsen.	13,499

L'étendue des lignes exploitées par le gouvernement n'a pas varié en 1863, elle est restée stationnaire à 748,606 mètres.

Les lignes en construction, au 1er janvier 1864, avaient un développement de 422,594 mètres et les lignes décrétées, mais pour lesquelles les travaux n'étaient pas encore commencés, avaient une longueur de 1,168,150 mètres. Quand tout le réseau

prévu sera achevé, il aura une longueur de 3,602,503 mètres, non compris les concessions accordées depuis le 1er janvier 1864.

Pendant la session législative de 1862-1863, on a concédé les lignes suivantes :

1° Beverst à Hasselt ;

2° Saint-Nicolas à la frontière Néerlandaise, vers Hulst ;

3° Termonde à la ligne de Malines à Terneuzen ;

4° Bouillon à Saint-Vith, avec embranchements sur Wiltz et Hotton ;

5° De la Meuse à Vielsalm ;

6° Bouillon à Rochefort, avec raccordement vers Mezières ;

7° Landen à Huy et à Aye ;

8° Piéton à Seneffe ;

9° Courtrai à Denderleeuw ;

10° Grammont à Nieuport ;

11° Peruwelz vers Condé ;

12° Anvers vers Dusseldorf ;

13° Poperinghe vers Hazebrouck ;

14° Thielt à Lichtervelde.

B. — *Voies principales et voies accessoires.*

Au 1er janvier 1864, le développement des voies *principales* atteignait 1,438,667 mètres et les voies *accessoires* dont la longueur était de 312,234 mètres représentaient environ 25 p. °/₀ du développement des voies principales.

C. — *Rails.*

Des rails forts ont été substitués aux rails faibles, en 1863, sur une longueur de 39,780 mètres. A la fin de l'année, il ne restait plus que 21,884 mètres de rails faibles dans les voies principales et 234,442 mètres dans les voies accessoires. On entend par rails faibles ceux dont le poids n'excède pas 27 kilog. par mètre courant.

1,181,431 mètres étaient éclissés au 1er janvier 1864.

Les prix des rails ont varié en 1863 entre fr. 139,50 et fr. 146,30.

Le tableau suivant indique par année les prix des rails, des coussinets, chevilles et clavettes et des coins en bois, depuis l'année 1835.

PRIX PAR ANNÉE ET PAR TONNEAU.

ANNÉES.	RAILS.	COUSSINETS.	CHEVILLES et CLAVETTES.	COINS EN BOIS. (PRIX PAR PIÈCE).
	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.
1835.	300,00 à 380,00	255,00 à 265,00	550,00 à 600,00	»
1836.	400,00 à 450,00	315,00 à 325,00	720,00 à 730,00	»
1837.	418,00 à 457,50	320,00 à 367,50	700,00 à 740,00	»
1838.	370,00 à 448,00	250,00 à 328,00	590,00 à 708,00	»
1839.	340,00 à 416,00	245,00 à 302,00	590,00 à 692,00	»
1840.	239,00 à 240,00	149,00 à 304,50	475,00 à 600,00	»
1841.	239,00 à 257,00	149,00 à 164,00	400,00 à 489,00	»
1842.	234,00	156,00 à 172,00	414,00 à 489,00	»
1843.	191,00 à 252,25	125,00 à 174,90	315,00 à 420,00	»
1844.	»	»	»	»
1845.	297,00 à 321,00	215,00 à 231,00	351,00	0,10 à 0,12
1846.	320,00	194,90 à 209,80	378,00	0,10 à 0,1275
1847.	214,90 à 320,00	153,94 à 184,00	367,00 à 370,00	0,09
1848.	190,00	153,00	292,50 à 298,00	0,09
1849.	170,00 à 190,00	128,00 à 143,00	298,00 à 299,00	0,08 à 0,09
1850.	170,00	128,00	285,00	0,095
1851.	172,00	»	244,00 à 285,00	0,075 à 0,10
1852.	164,00 à 180,00	128,00	295,00	0,09
1853.	222,00 à 240,00	138,00 à 163,50	282,00 à 294,00	0,0775 à 0,1175
1854.	206,50 à 234,00	148,80 à 174,90	270,80 à 279,80	0,125
1855.	205,00 à 220,00	147,00 à 150,00	278,80 à 288,00	0,095 à 0,0975
1856.	207,40 à 220,30	153,70	267,80 à 289,96	0,08 à 0,09
1857.	184,90 à 290,40	131,60 à 138,67	227,00 à 267,80	0,0796 à 0,09
1858.	159,99	112,60	219,70	0,08 à 0,099
1859.	»	»	»	»
1860.	158,30 à 162,30	102,49 à 102,80	204,70	0,079 à 0,1099
1861.	154,00 à 159,70	»	218,00 à 295,00	0,107 à 0,11
1862.	139,50 à 159,70	101,70 à 109,40	219,70 à 234,70	0,085 à 0,1145
1863.	139,50 à 146,30	97,92 à 110,00	213,70 à 223,40	0,0987 à 0,1075

On voit par ce tableau que comparativement à l'année 1837, pendant laquelle les fers de la voie ont atteint les prix les plus élevés, les prix les plus bas payés pendant l'année 1863, présentent pour les rails une réduction de. . . . . fr. 311,20
pour les coussinets » 269,58
pour les chevilles » 526,30
ou, en d'autres termes, que les prix les plus bas payés en 1863, sont relativement aux prix les plus élevés payés en 1837 :

pour les rails, les 0,32 environ
pour les coussinets, 0,27 »
pour les chevilles, 0,29 »

D. — *Billes.*

Les faits constatés en 1863, au sujet de la préparation des bois et de leur conservation confirment les résultats obtenus pendant les années précédentes, aussi l'Administration continue à remplacer les billes préparées d'après le système Boucherie par des billes créosotées (système Bethel) et des billes de chêne.

Le prix des billes en chêne employées en 1863 a varié entre fr. 5,39 et fr. 5,59.

Sur les 1,804,282 billes en service au 1er janvier 1864, il y avait 1,040,705 billes non préparées, 613,971 billes créosotées et 129,206 billes préparées d'après le système Boucherie.

E. — *Dépenses de premier établissement.*

Au 1er janvier 1864, il avait été prélevé sur les allocations votées une somme de fr. 210,971,097 26 se répartissant ainsi :

Route proprement dite. . . . . fr.	134,702,765	85
Stations et dépendances.	28,342,276	07
Frais généraux de construction	5,252,301	57
Matériel des transports	41,955,849	57
Frais d'exploitation prélevés en 1835 et 1836 sur le produit des emprunts.	700,979	38
Sommes restées sans emploi, etc.	16,924	82
Ensemble. . .	210,971,097	26

La partie de cette somme qui se rapporte à l'année 1863, s'élève à fr. 6,349,588 97.

F. — *Recettes et dépenses en* 1863.

Les produits directs de l'exploitation pendant l'année 1863, se sont élevés :

Pour la part de l'État à	fr.	31,739,264 37
Pour la part de la Compagnie de Tournai à Jurbise à		742,721 02
Pour la part de la Compagnie de Dendre et Waes à		1,404,450 20
Soit.		33,886,435 59
La dépense effective de l'exploitation a été de	fr.	16,711,533 91
et par conséquent l'excédant de la recette s'est élevé à		17,174,901 68

La diminution relativement à l'année 1862 est de fr. 474,889 79 seulement malgré l'accroissement considérable de dépenses résultant principalement de l'amélioration du sort des employés en général, du renouvellement extraordinaire du matériel des transports et de l'organisation des trains de nuit.

La dépense d'exploitation a représenté en 1863 les 49,32 p. °/₀ de la recette brute.

G. — *Locomotives.*

Le nombre des locomotives a atteint en 1863 le chiffre de 272, supérieur de 15 à celui de l'année précédente. La force moyenne de ces locomotives était de 119,09 chevaux vapeur, tandis que la moyenne correspondante ne dépassait pas 108,55 chevaux en 1862.

Le parcours des locomotives a été de 5,980,300 kilomètres en 1862. Les trajets de 1863 dépassent ceux de l'année précédente de 586,786 locomotives ou de 9,81 p. °/₀.

En 1863, la recette brute, la dépense et la recette nette par locomotive-kilomètre se sont respectivement élevées à :

Recette brute	fr.	5,16004
Dépense		2,54474
Recette nette		2,61530

H. — *Matériel des transports.*

Le nombre des voitures s'est accru en 1864 de 409 voitures, ce qui porte le chiffre des voitures à 9,539. Ces voitures ont fourni un parcours de 118,075,237 kilomètres.

I. — *Parcours moyens, recettes moyennes.*

Voyageurs. — Les distances moyennes des parcours de voyageurs comparées à celles de 1862 sont renseignées dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES TRAINS.		PARCOURS MOYEN. 1862.	PARCOURS MOYEN. 1863.
		Kilomètres.	Kilomètres.
Trains express	Voyageurs de 1re classe	76,35	70,89
	» de 2e »	96,51	77,34
Trains ordinaires	Voyageurs de 1re classe	43,25	42,11
	» de 2e »	30.49	29,84
	» de 3e »	23,96	23,00
Tous les voyageurs réunis, sauf les *enfants*, les *militaires* et les *voyageurs extraordinaires*		28,59	27,74

La recette moyenne par voyageur avait été de fr. 1 51 en 1860
» » » 1 49 en 1861
» » » 1 52 en 1862
Elle a été de 1 46 en 1863

K. — *Mouvement, recettes, dépenses.*

Le mouvement et les recettes de 1863, sont mis en regard de ceux de 1862 dans le tableau suivant :

NATURE DES TRANSPORTS.	MOUVEMENT.		PRODUIT.	
	1862.	1863.	1862.	1863.
			Francs.	Francs.
VOYAGEURS. 1re classe.	690,280	700,738	3,541,710 21	3,426,787 83
VOYAGEURS. 2e classe.	1,230,859	1,290,943	2,757,247 70	2,823,431 19
VOYAGEURS. 3e classe.	5,984,302	6,534,121	5,735,851 48	6.169,203 25
VOYAGEURS. Non classés	226,214	293,150	373,363 05	468,725 01
BAGAGES. Colis taxés au minimum.	114,258	117,995	548,592 64	544,136 59
BAGAGES. Colis taxés au poids (quintaux).	105,247	104,989		
Petits paquets.	27.072	32,254	357,571 37	534,222 17
Petites marchandises.	958.075	905,875	1,678,679 94	1,937,733 08
Grosses marchand. Tonnes.	4,276,480	4,478,641	16,408,538 52	16,759,094 87
Finances. Groups.	207,080	397,410	113,376 39	151,976 93
Équipages. Nombre.	309	338	14,919 30	16,879 30
Chevaux et bestiaux. Expéd.	21,894	22,695	404,917 98	438,410 75
Produits extraordinaires	....	...	613,497 18	635,834 62
TOTAUX			32,548,265 76	33,886,435 59
AUGMENTATION			1,338,169 83	

Les dépenses de 1863 et celles de 1862 donnent le tableau suivant :

NATURE de la DÉPENSE.	DÉPENSES	
	1862.	1863.
	Francs.	Francs.
Voies et travaux	4,117,234 24	4,342,429 08
Traction et arsenal	6,764,238 44	7,817,420 92
Transports	3,783,341 83	4,238,023 23
Services en général	474,835 81	435,822 55
Régie	42,217 53	34,157 68
Totaux...	15,181,867 87	16,867,853 46
Augmentation..	1,685,985 59	

Les recettes et les dépenses se répartissent d'ailleurs comme suit par kilomètre exploité, locomotive-kilomètre, voiture-kilomètre et convoi-kilomètre.

Recette brute.

NATURE DE LA RECETTE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
Voyageurs. . . . . fr.	17,214.68	1.96236	0.13377	1.96038
Bagages	728.78	0.08308	0.00566	0.08299
Petits paquets, petites march.	3.299.90	0 37617	0.02564	0 37579
Grosses marchandises	22.388.59	2.55216	0 17398	2.54957
Finances	196.54	0 02012	0.00137	0.02010
Équipages	22 63	0.00258	0.00018	0.00258
Chevaux et bestiaux	583.93	0.06656	0.00454	0 06650
Produits extraordinaires	851.00	0.09701	0.00661	0.09691
Totaux. . . . fr.	45,266.05	5.16004	0 35175	5 15482

Dépenses.

NATURE DE LA DÉPENSE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
Voies et travaux . . . . . fr.	5,746.08	0.65502	0 04465	0.65435
Traction et arsenal.	10,346.96	1.17949	0 08040	1.17829
Transports	5,607.67	0.63924	0.04358	0.63859
Services en général	575.95	0.06565	0.00448	0.06559
Régie.	46 88	0.00534	0.00036	0.00534
Totaux. . . . fr.	22,333.54	2.54474	0.17347	2.54216

Recette nette.

ANNÉE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
1863 . . . . fr.	22,942 51	2 61530	0 17828	2.61266

L. — *Combustible.*

La consommation de combustible a été en 1863, de fr. 1,192,993 83, ce qui accuse une diminution de fr. 4,583 68 par rapport à la consommation de 1862.

Les quantités de combustible consommées par le *chauffage des locomotives* se décomposent comme suit :

	Kilogrammes.
Briquettes	31,783,500
Charbon de terre menu.	52,015,080
Ensemble. . .	83,798,580

On voit que le coke n'a plus été employé en 1863.

Les consommations qui précèdent donnent :

12,22 kilog. par locomotive-kilomètre.
12,21 » convoi-kilomètre.
0,679 » voiture-kilomètre.

M. — *Huiles et graisses.*

Les huiles et les graisses consommées en 1863, avaient ensemble une valeur de fr. 557,830 52, dépassant de fr. 22,767 74, celle de l'année précédente.

L'éclairage et le graissage des voitures ont coûté en moyenne fr. 0,0016 par kilomètre parcouru.

La moyenne des dépenses de graissage des machines revient à fr. 0,291 par locomotive-kilomètre.

N. — *Transit et services internationaux.*

Le tableau suivant contient le relevé des recettes du transit et des services internationaux en 1863.

DÉSIGNATION DES SERVICES.	ENTRÉE.	SORTIE.	TOTAL.
Services internationaux.	Francs.	Francs.	Francs.
Franco-belge	973,837 91	1,920,521 11	2,894,359 02
Belge-rhénan, belge - allemand, belge-hessois	639,070 85	868,987 50	1,508,058 35
Belge-prussien.	109,594 67	46,442 65	156,037 30
Prusso-néerlando-belge	334,349 42	324,160 04	658,509 46
Hollando-belge.	147,143 66	145,658 60	292,802 26
Anglo-belge (vià Ostende et Calais)	21,481 66	63,633 61	85,115 27
General steam navigation. . . .	2,903 70	5,657 50	8,561 20
Finances et petits paquets. . . .	25,810 62	31,938 27	57,748 89
Transit.			
Franco-belge-rhénan (1).	153,295 76	113,044 96	266,340 72
Franco-belge-prussien (2). . . .	7,421 86	15,065 02	22,486 88
Franco-belge-allemand (3). . . .	183,997 84	188,380 87	372,378 71
General steam navigation (4) . .	14 922 30	14,547 12	29,469 42
Anglo-belge-rhénan (4)	139,976 30	153.347 25	293,323 55
Anglo-belge hollandais (4). . . .	3,784 35	399 60	4,183 95
Finances et petits paquets.			
France et Prusse (5)	16,246 16	14,453 25	30,699 41
Angleterre et Prusse (6).	14,670 95	29,326 80	43,997 70
		TOTAL GÉNÉRAL.	6,724 072 14

(1) La colonne de l'entrée comprend les transports de la France vers l'Allemagne, la sortie représente les expéditions faites en sens inverse.)

(2) Id. de la France vers la Prusse ; id.

(3) Id. de la France et de l'Angleterre vers l'Allemagne; id.

(4) Id. de Londres vers les Rhénans et de l'Angleterre vers la Hollande; id.

(5) Id. de la France vers la Prusse ; id.

(6) Id. de l'Angleterre vers la Prusse ; id.

En 1862, le produit du transit et des services internationaux avait atteint le chiffre de fr. 6,844,550 87, mais il est à remarquer que pendant cette année 1862, l'exposition de Londres entrait pour une forte part dans l'élévation des produits du transit et des services internationaux.

VI. CHEMINS DE FER CONCÉDÉS. — PRIN

	DÉSIGNATION des CHEMINS.	LONGUEUR de la VOIE.	COÛT de CONSTRUCTION.	RECETTES. de l'exploitation.	RECETTES. Somme payée par pour garanti d'intér
		Mètres.	Francs.	Francs.	Francs.
1	Lierre à Turnhout	37,373	4,300,000	292,425	157,585
2	Est belge	131,427	28.710.627	2,331,596	•
3	Manage à Wavre	41,091	9.978,625	400.467	187.074
4	Flandre occidentale	120,988	15,023,294	1,276,152	205,532
5	Lichtervelde à Furnes	33,847	5.122,645	140,652	200,000
6	Entre-Sambre-et-Meuse	104,041	27,816,197	2,245.141	161,435
7	Namur à Liége	73,444	31,263,639	3,336.492	•
	et Charleroi à Erquelinnes	26,569	21.051,725	1.529,291	•
8	Pépinster à Spa	12,119	2,836,671	293,828	•
9	Hainaut et Flandres	73,821	26,305,502	726 055	•
10	Anvers à Rotterdam	119.296	15,091,125	1,607.060	•
11	Anvers à Gand	49.690	4,961,186	817.243	•
12	Dendre-et-Waes et Bruxelles vers Gand (1)	105.569	22,000.000	1,322,910	•
13	Tournai à Jurbise (2)	47,506	13,740,205	677,914	•
	et Landen à Hasselt	27,512		166.399	•
14	Landen à Aix-la-Chapelle	65,948	20.812 584	1,112,617	•
15	Carrières de Quenast	7,500	398,246	88,628	•
16	Haut et Bas-Flénu	61.610	4,469,485	1,038,435	•
17	Mons à Haumont et St.-Ghislain	60,013	18.391,156	1.259,000	•
18	Liége à Maestricht	29,083	8.413,731	341,586	•
19	Gand à Eecloo	19,021	»	131,390	•
20	Chimay	30,426	3,869.358	224.984	•
21	Centre	35,727	12,518,438	546,614	•
22	Grand Luxembourg	218,075	62.670,061	5,599.970	•
	et canal de l'Ourthe		9,341,522	130,048	•

(1) Ce chemin est exploité par l'État. Le chiffre des recettes correspond à la part des recettes

(2) Le chemin de Tournai à Jurbise est exploité par l'État, et celui de Landen à Hasselt par

ÉSULTATS DE L'EXPLOITATION EN 1862.

DÉPENSES d'exploitation.	RECETTE nette	PRODUITS DE L'EXPLOITATION.					
		Intérêt du coût de construction		RECETTE par kilomètre.	DÉPENSE par kilomètre.	Rapport de la dépense à la recette	
		résultant de l'exploitation.	y compris la somme payée par l'État pour garantie d'intérêt.			résultant de l'exploitation.	y compris la somme payée par l'État pour garantie d'intérêt.
Francs.	Francs.	P. %.	P. %.	Francs.	Francs.	P. %	P. %
259,701	190,107	1 25	4.45	7,824	6,444	82.00	55 80
1,486,417	844.979	2.95	»	17,739	11,309	63.75	»
330,252	237,289	0.50	2.40	9,746	8,524	87 50	60.00
830.261	649,443	2 95	4 30	10,546	6,861	65.00	56 00
134,314	186,318	— 0 25	3.65	4,155	4,559	110 00	45.30
1,028,852	1,377,724	2 70	3.35	17,172	9,888	57.60	52.80
1,246.209	2,090,283	6.70	»	45,429	16,968	37.15	»
744.863	794,428	3 70	»	49,552	24,125	48 70	»
134.877	158,951	5.60	»	24,245	11,129	36 00	»
632.474	93,581	0 35	»	9,576	8,342	87.00	»
886,803	720,257	4 75	»	13,470	7,435	55.00	»
425.964	391,279	7.09	»	16,447	8,573	52.10	»
13,930	1,508,980	5.95	»	»	»	»	»
61.299	785,174	5.70	»	»	»	»	»
718,981	393,636	1.90	»	11,389	7,693	67.35	»
38,042	50,586	12.70	»	11,817	5,072	43.00	»
494,002	544,453	12.20	»	16,855	8,018	47.60	»
645,690	593,310	3.80	»	27,677	14,423	52.00	»
331,384	10,202	»	»	11,745	11,394	97 00	»
100,013	31,377	»	»	6,907	5,248	76.00	»
121,610	103,374	2.70	»	7,394	3,997	54.00	»
278,970	267,644	2 20	»	15,299	7,808	51.00	»
2,484.817 / 44,989	3,200,502	5.00	»	25,679	11,394	44.40	»

État attribuée à la compagnie.

pagnie de Landen à Aix-la-Chapelle.

VII. — Routes et voies navigables de Belgique.

Routes.

A la date du 31 décembre 1862, le développement des routes exploitées était, en Belgique, de 6,959,250 mètres, se décomposant de la manière suivante :

PROVINCES	ROUTES DE L'ÉTAT.	ROUTES PROVINCIALES.	ROUTES CONCÉDÉES.	TOTAUX.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Anvers	273,850	230,000	»	503,850
Brabant	485,000	375,000	15,000	875,000
Flandre occidentale . .	685,300	175,000	»	860,300
Flandre orientale. . . .	425,000	155,000	235,000	815,000
Hainaut.	483,850	190,000	246,150	920,000
Liége.	598,050	45,000	105,000	748,050
Limbourg	412,200	»	10,000	422,200
Luxembourg.	760,400	190,000	»	950,400
Namur	709,450	95,000	60,000	864,450

Le développement des routes entretenues par l'État a augmenté de 88,089 mètres en 1862.

Les dépenses faites en 1862 pour les routes de l'État, se décomposent comme suit :

Sommes engagées ou payées, pour construction de routes de l'État, sur les fonds alloués au budget de 1862. fr.	1,114,819 75
Dépenses faites en 1862 pour terrains incorporés dans les routes dont l'adjudication a eu lieu dans le courant des années précédentes	13,264 25
Dépenses de parachèvement et d'amélioration .	167,404 54

Sommes engagées ou payées, pendant l'année 1862, pour raccordement de routes de l'État avec les stations du chemin de fer	201,058 12
Sommes payées en 1862, pour acquisition de terrains incorporés dans les routes de l'État par suite d'alignements et d'élargissements	57,404 75
Total. . . .	1,553,951 41
Dépenses d'entretien. { Routes de l'État . . .	1,796,970 28
Dépenses d'entretien. { » provinciales. .	425,720 20

Produits des routes.

	BARRIÈRES		PRODUITS INDIRECTS.
	Nombre.	Produits.	
Routes de l'État. . .	890	1,541,270 00	114,592 47
Routes provinciales.	295	364,990 00	

Les plantations des routes ont donné en 1862, un produit de fr. 81,604 72, les dépenses de ce service s'étant élevées à fr. 40,624 14, il y a eu un excédant de recettes de fr. 40,980 58.

Voies navigables.

Les dépenses faites en 1862, au moyen de crédits spéciaux, pour la construction ou l'amélioration des travaux hydrauliques, se répartissent comme suit :

DÉSIGNATION DES TRAVAUX HYDRAULIQUES.	DÉPENSES soldées EN 1862.
	Francs.
Canal de dérivation de la Lys.	710,986 85
Amélioration de l'écoulement des eaux de l'Escaut	76,801 94
Canal de jonction de la Meuse à l'Escaut.	1,340,492 04
Prolongement jusqu'à Anvers du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut	118,586 24
Canaux d'embranchement vers Hasselt et le camp de Beverloo.	87 50
Canal de Gand à Bruges (approfondissement)	569,975 73
Amélioration de l'écoulement des eaux de la Sambre	430,203 10
Amélioration des ports et côtes.	656,147 28
Travaux d'amélioration du régime de la Grande-Nèthe, du canal de Plasschendaele et de Nieuport, par Furnes, à la frontière de France.	112,183 55
Élargissement du canal de Charleroi à Bruxelles	72 40
Amélioration de la Dendre	4,474 86
Canal latéral à la Meuse.	1,510 32
Canalisation de la Lys.	24,744 73
Canalisation de la Mandel.	1,250 00
Canalisation de la Meuse, depuis Namur jusqu'à la limite supérieure du bassin de Chokier.	306,665 31
Raccordement des charbonnages et établissements industriels à l'aval de Liége, avec le canal de Liége à Maestricht	598,590 81
Canal de Turnhout à Anvers, par Sint-Job-in-'t Goor	532 21
Reconstruction partielle d'un mur de quai s'étendant sur la rive gauche de l'Ourthe à Liége	76,339 65
TOTAL	5,029,614 46

Les recettes et les dépenses faites en 1862, au moyen des ressources budgétaires, sont renseignées dans le tableau suivant :

CANAUX OU RIVIÈRES.	RECETTES.	DÉPENSES d'entretien.	DÉPENSES d'amélioration.
	Francs.	Francs.	Francs.
Meuse	73,177 83	123,397 57	214,168 29
Canal de Liége à Maestricht	55,534 92	42,944 93	5,000 00
Canal de Maestricht à Bois-le-Duc.	51,511 38	52,730 37	28,342 57
Canal de jonction de la Meuse à l'Escaut	111,896 41	99,318 14	28,209 78
Canal d'embranchement vers le camp de Beverloo	1,532 42	8,650 00	12,119 66
Canal d'embranchement vers Hasselt	5,200 98	33,248 84	31,138 54
Canal d'embranchement ver Turnhout	5,363 75	9,560 32	3,566 41
Sambre canalisée	585,970 90	96,045 89	40,491 12
Canal de Charleroi à Bruxelles.	973,719 89	75,833 68	25,002 52
Escaut	83,964 87	27,378 15	18,724 76
Canal de Mons à Condé	235,109 63	28,686 22	52,831 58
Canal de Pommerœul a Antoing	193,193 99	69,166 66	17,334 90
Lys	95,498 67	31,168 28	19,285 43
Canal de dérivation de la Lys	835 00	17,932 17	1,332 79
Canal de Gand à Ostende	28,698 85	79,722 43	22,068 88
Canal d'écoulement des eaux du sud de Bruges	»	8,019 95	»
Canal de Plasschendaele vers la frontière française	20,251 47	6,980 45	4,675 00
Canal de Gand à Terneuzen	20,921 78	22,621 79	600 00
Moervaert	8,789 28	8,308 42	»
Dendre	20,085 45	18,114 12	40,567 01
Rupel	»	8,089 05	10,188 85
Senne	»	1,845 89	»
Dyle et Démer	3,523 62	19,129 90	11,200 00
Petite-Nèthe canalisée	7,520 79	9,873 52	13,418 38
Yzer	17,234 44	9,072 94	6,640 00
Canal d'Ypres à l'Yzer	»	»	5,000 00
Grande-Nèthe	»	1,520 00	»
Canal de Zelzaete	»	40,476 35	»
TOTAUX	2,599,536 32	949,832 70	611,901 47

Les plantations des canaux et rivières ont donné en 1862, un produit de fr. 47,778 88. On a dépensé pendant la même année, fr. 3,498 80, ce qui donne un produit net de fr. 44,280 08.

Bacs et bateaux de passage.

Produits des passages d'eau	fr.	42,997 22
Dépenses de construction et d'entretien		21,901 33

Ports et côtes, phares et fanaux.

Ports et côtes.	Dépenses d'entretien . .	fr.	396,828 00
	» d'amélioration . .		2,748 00
Phares et fanaux.	Dépenses d'entretien		872 00
	» d'amélioration . .		369 00

VIII. — Industrie minérale de la Belgique en 1862.

Industrie houillère. — Au 31 décembre 1862, le nombre de mines de houille en exploitation était de 180, ayant ensemble une étendue de 89,223 hectares et occupant 80,302 ouvriers.

Les quantités extraites et les prix de vente de la houille sont renseignées dans le tableau suivant :

QUALITÉS.		PROVINCES DE					
		HAINAUT.		NAMUR.		LIÉGE.	
		Quantité extraite.	Prix de vente par tonneau.	Quantité extraite.	Prix de vente par tonneau.	Quantité extraite.	Prix de vente par tonneau.
		Tonneaux.	Francs.	Tonneaux.	Francs.	Tonneaux.	Francs.
Houille maigre, brûlant presque sans flamme.	Gros	»	»	»	»	5,356	18,43
	Menu gailleteux . . .	»	»	227,724	6,66	418.557	9,01
	Menu ou terre-houille	19,740	9,40	18,776	7,71	716	9,72
Houille sèche à courte flamme.	Gros	174,040	12,98	»	»	»	»
	Menu gailleteux . . .	672,600	6,20	»	»	»	»
Houille maigre à longue flamme.	Gros ou gaillettes . .	69,760	22,31	»	»	»	»
	Gailleteries	20[illegible],880	20,94	»	»	»	»
	Menu gailleteux . . .	1,491,930	10,39	»	»	»	»
Houille grasse à longue flamme.	Gros	381,674	19,36	»	»	13,065	19,05
	Menu gailleteux ou charbon	3,544,475	9,72	»	»	442,883	9,47
Houille grasse, maréchale . .	Gros	17,230	20,49	»	»	27,379	18,68
	Menu gailleteux ou charbon	1,217,841	11,21	»	»	986,049	10,04

Les 9,935,645 tonneaux de houille extraits en 1862, représentaient une valeur de 104,485,220 francs.

7,043,665	tonneaux de houille ont été	consommés en Belgique,	
2,743,014	»	exportés en France,	
137,619	»	»	dans les Pays-Bas,
3,002	»	»	en Prusse,
991	»	»	dans le grand-duché de Luxembourg,
7,354	»	»	dans les autres pays.

Les dépenses d'extraction se sont élevées à 96,769,157 francs, dont 55,550,644 francs ont été payés en salaires aux ouvriers.

Mines métalliques. — Le nombre des mines métalliques concédées, en 1862, était de 89, ayant une étendue de 47,773 hectares et occupant 11,447 ouvriers.

Ces mines ont produit :

	Tonneaux.	Valeur en francs.
Minerai de blende.	18,884	814,460
» de calamine.	55,124	1,968,798
» de galène (plomb).	17,431	2,058,410
» de pyrite	46,430	951,623
» de fer (mine lavée)	859,926	8,145,390

Carrières. — Le nombre de carrières en exploitation était, en 1862, de 1,308, dont 418 en souterrain. Ces carrières ont occupé 19,183 ouvriers et donné des produits d'une valeur de 21,324,015 fr.

Redevances des mines. — Non compris les additionnels qui s'élèvent à 10 p. °/₀ de la redevance principale, augmentée de 5 p. °/₀ sur le principal accru du dixième, les redevances des mines se sont élevées à fr. 373,876 98.

Industrie minéralurgique. — Le nombre total des établissements minéralurgiques dans le royaume, s'élevait, en 1862 à 452. Dans ce nombre :

363	servaient au traitemeut	et à la préparation	du fer.
4	»	»	de l'acier.
10	»	»	du plomb.
7	»	»	du cuivre.
22	»	»	du zinc.
1	»	»	de l'alun.
45	»	et à la fabrication	du verre.

Ces usines ont donné les produits suivants :

	Tonneaux.	Valeur en francs.
Hauts fourneaux.	356,550	28,566,912
Fonderies	65,638	10,935,765
Fabriques de fer.	237,060	43,610,788
Usines à ouvrer le fer	23,393	7,380,771
Usines à préparer l'acier	2,293	1,120,000
» » le plomb. . . .	7,891	3,696,658
» » le cuivre. . . .	1,453	4,096,000
» » le zinc.	39,640	18,709,615
» » l'alun	1,150	185,540
» » le verre	»	14,192,400

Usines sidérurgiques. — 1° Usines pour la fabrication de la fonte (hauts fourneaux).

Nombre de hauts fourneaux en activité	au coke.	45
	au charbon de bois	5
Nombre d'ouvriers.		4,353
Produits en tonneaux	au coke	352,939
	au charbon de bois . . .	3,611
Valeur du tonneau	au coke . . . . . . fr.	79,54
	au charbon de bois . . .	138,78

2° Usines pour l'élaboration de la fonte (fonderies).

Usines en activité	133
Fours à réverbère	20
Cubilots	194
Nombre d'ouvriers.	3,155
Produits en tonneaux	65,638
Valeur	10,935,763

3° Fabriques de fer proprement dites.

Nombre d'usines.	84
» d'ouvriers.	8,255
Produits en tonneaux	237,060
Valeur	43,610,788

4° Usines à ouvrer le fer.

Nombre d'usines.	76
» d'ouvriers.	1,229
Produits en tonneaux	23,393
Valeur	7,380,771

Les valeurs des produits de l'industrie minérale et métallurgique en 1862, sont mises en regard des valeurs des mêmes produits en 1861, dans le tableau suivant :

NATURE DES PRODUITS.	VALEURS EN	
	1861.	1862.
	Francs.	Francs.
Houille.	110,014,977	104,485,220
Minerai de fer (lavé).	9,476,484	8,145,390
» de pyrite	1,424,533	951,625
» de blende	693,909	814,460
» de calamine	1,799,194	1,968,798
» de plomb (galène).	2,087,321	2,058,410
Pierres à bâtir, à paver et ardoises. . .	19,344,506	21,324,015
Fonte et fer	83,387,600	90,494,236
Acier.	900,000	1,120,000
Plomb	2,394,118	3,696,658
Cuivre	3,579,600	4,096,000
Zinc	20,187,250	18,709,615
Alun	222,626	185,540
Verre	15,373,500	14,192,400

IX. — Nouvelle forme de chaudières a vapeur.

MM. J. F. Petitqueux-Bellefontaine et C[ie], à Dunkerque, ont proposé récemment une nouvelle forme de chaudières, à foyer et à circulation intérieurs, qu'ils appellent *chaudières à surfaces directes à flamme renversée ;* elles sont applicables aux bateaux à vapeur, comme aux machines fixes.

La chaudière comprend, par exemple, fig. 1 et 2 pl. XVIII, un corps de chaudière avec deux foyers intérieurs ; la flamme s'élève d'abord verticalement, descend ensuite par des conduits courbes vers le bas de la chaudière, pour se réunir dans un conduit horizontal, et de là elle se rend à la cheminée, en circulant autour de plusieurs gros tubes placés à la base de la cheminée.

Comparé aux chaudières à cloisons planes usitées sur les bateaux ou aux chaudières tubulaires, en général, le système proposé se fait remarquer par la continuité des contours donnés aux canaux de circulations des gaz ; les inventeurs, par les dispositions proposées, ont voulu, pour toute espèce de houille, réaliser de bonnes conditions de combustion, en favorisant le développement complet de la flamme ; en même temps ils ont eu pour but de rendre facile le nettoyage des chaudières et de placer celles-ci dans de meilleures conditions de résistance que par l'emploi de parois planes.

Les lecteurs des *Annales* trouveront, peut-être, que le système en question mérite d'être étudié.

X. — Chemins de fer belges. — Espace libre au-dessus des rails.

Les dimensions du matériel roulant belge et étranger, qui circule aujourd'hui sur les chemins de fer belges, obligent le département des travaux publics à exiger que l'espace libre, au-dessus des rails, en un point quelconque de la voie, soit tel qu'un gabarit, construit comme il est indiqué par le trait entouré de hachures sur la planche XVIII, fig. 3, puisse circuler sans rencontrer d'obstacles.

De même, pour que le matériel puisse être admis à circuler sur les lignes de l'État, il doit avoir des dimensions telles qu'à vide ou à pleine charge, sa section transversale puisse être admise dans la ligne en trait noir, sans hachures, figurée sur la planche XVIII.

XI. — Chemins exploités par l'État. — État approxi[illegible]

Nature des transports. 1			Lignes	Part de l'État [illegible] — Mouvemt général (*) 2	Rec[illegible] 3 (Fr.)
VOYAGEURS.	Trains express.	1re classe.	1	290,546	2.069,[illegible]
		2e id.	2	122,145	716,1[illegible]
	Trains ordinaires.	1re id.	3	446,914	1.451 [illegible]
		2e id.	4	1,203,712	1,967,[illegible]
		3e id.	5	7,040.985	6.035,[illegible]
		Transports militaires	6	91,842	128,7[illegible]
		Id. extraordinaires	7	125,575	253,[illegible]
		Id. d'enfants.	8	99.915	86,48[illegible]
Totaux du tarif des voyageurs.			9	9.421.632	12,669.817
BAGAGES.	Transports	au *minimum*	10	121,149	64,001
		au poids taxé (quintaux).	11	108.720	479,92[illegible]
Totaux du tarif des bagages.			12	»	543,9[illegible]
PETITES MARCHANDISES. (Tarifs nos 1 et 2.)	Grande vitesse. (Petits paquets.)	Colis de 2 kil. et moins (Quintaux.) (1).	13	4,306	198,31[illegible]
		Id. de 2 à 5 kil. (Quintaux.) (2).	14	7,727	120,571
		Id. de 5 à 20 kil. (Id.) (3).	15	13,669	141,6[illegible]
		Id. au delà de 10 kil.	16	8,373	71,1[illegible]
	Service accéléré. (Articles de messagerie.)	Expéditions taxées au *minimum*. (Quintaux.) (4).	17	101,948	409,6[illegible]
		Id. id. au poids. (Quintaux).	18	825,962	1.428,41[illegible]
Totaux des tarifs nos 1 et 2. (Petites marchandises.).			19	959,985	2.369,9[illegible]
GROSSES MARCHANDISES. (Tarif no 3.)	Petite vitesse. (Articles de roulage.)	Expéditions taxées au *minimum*. (Tonneaux.) (5).	20	21,706	179.9[illegible]
		Id. 1re classe. (id.)	21	447,026	3.154,3[illegible]
		Id. 2e id. (id.)	22	613,275	2.825,3[illegible]
		Id. 3e id. (id.)	23	1,292,056	3,464,6[illegible]
		Id. 4e id. (id.)	24	2,577,558	5,548 71[illegible]
		aux tarifs spéciaux. (id.)	25		
		à prix réduits (6). (id.)	26		
		Id. par abonnement. (id.)	27	304,686	761.56[illegible]
	Frais accessoires.	Chargement, déchargement, camionnage, bulletins, provision et avis d'arrivée	28	»	795.32[illegible]
Totaux du tarif no 3. (Grosses marchandises).			29	5,256,307	16.730,30[illegible]

DU MOUVEMENT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1864.

EXPLOITATION PAR L'ÉTAT.				PART des autres sociétés mixtes et étrangères.	TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes.
PART DE LA SOCIÉTÉ DE DENDRE-ET-WAES.		PART DE LA SOCIÉTÉ DE TOURNAI A JURBISE.			
Mouvemt.	Recette.	Mouvemt.	Recette.	Recette. (8)	Colonnes 3, 5, 7 et 8.)
4	5	6	7	8	9
	Fr. c.		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
2,588	8,022 79	472	1,132 »	1,943,359 99	4,021,960 94
4.799	9,564 24	172	301 »	1,138,396 12	1,864,427 08
27,340	45,713 66	22,326	28,691 38	225,966 45	1,732,258 55
96,697	90,574 18	57,375	41,582 95	260,100 65	2.359,652 38
599,879	394,851 55	420,639	157,245 14	489,902 80	7,077,840 55
13,532	9,876 78	2,313	519 34	10,482 59	149,650 04
10,298	8,130 40	7,607	3,488 52	2,496 75	247,941 46
9,649	5,448 61	5,508	2,345 99	29,582 62	123,862 76
764.582	572,182 21	516,412	255,306 32	4,100.287 97	17,577,593 76
7,094	2,223 34	5,214	1,413 74	6,813 31	74,451 65
3.951	5,270 27	4,835	4.660 42	320,886 18	810,740 83
»	7,493 61	»	6,074 16	327,699 49	885,192 48
261	10,897 13	227	2,402 85	27,103 21	238,920 02
514	6,907 59	521	1,792 11	328,400 57	457,671 41
1,019	9,021 77	1,072	2,561 87	17,001 64	170,210 50
199	1,434 76	362	730 27	25,609 41	98,909 47
11,428	40,442 08	7,807	8,411 35	35,342 64	493,879 80
64,907	74,266 22	55,424	19,376 76	599,819 22	2,121,878 22
78,328	142,969 55	65,463	35,275 21	1,033,276 69	3,581,469 42
2,401	17,756 16	2,080	4,675 42	20,071 78	222,468 12
35.150	134,904 68	35,069	60,294 26	906,001 86	4,255,721 48
31,519	117,546 20	61,733	72,895 71	799,522 93	3,815,489 99
55,009	120,620 48	151,797	141,101 50	1,267,879 89	4,994,290 48
130,260	342,312 22	337,690	223,434 93	3,915.282 46	10,029,747 57
18.968	46,328 47	7,810	4,558 20	3,084 72	815,535 81
»	35,031 74	»	11,600 94	136,853 33	978,808 67
[illegible]3,367	814,499 95	596,179	518,558 96	7,048,696 97	25,112,062 03

OBSERVATIONS.

10

(1) On a compté le poids moyen. 1 kilog. par colis.

(2) Id. à 4 kilos par colis.

(3) Id. à 8 id.

(4) Id. à 20 par expédition.

(5) Id. à 400.

(6) Produit des transports effectués suivant conventions ou contrats.

(7) Y compris le produit de la ligne de Mons à Manage, exploitée par l'État depuis le 1er août 1858.

(8) Cette colonne comprend le mouvement général des lignes exploitées par l'État, y compris le chemin de fer de Dendre-et-Waes et celui de Tournai à Jurbise.

(9) Cette colonne comprend toutes les expéditions des stations de l'État vers les stations des sociétés mixtes et étrangères, ainsi que celles transitant par les lignes de l'État.

CHEMINS DE FER EXPLOITÉS PAR L'ÉTAT. — ÉTAT APPROXI

NATURE DES TRANSPORTS. 1		PART DE L'ÉTA	
		Mouvemt général. 2	3
	Lignes		Fr.
FINANCES. Transports. Groups de 1,000 francs et au-dessous	30	144,480	61,
FINANCES. Transports. Id. au-dessus de 1,000 francs	31	316,703	76,
TOTAUX du tarif des finances	32	461,183	138,
TARIF DES ÉQUIPAGES (par voiture)	33	303	14,7
CHEVAUX et BESTIAUX. Grande vitesse. (Par expedition)	34	3,996	115,9
CHEVAUX et BESTIAUX. Petite vitesse. 1re catégorie (Par expédition)	35	3,411	30,071
CHEVAUX et BESTIAUX. Petite vitesse. 2e id. (id.)	36	2,696	32,876
CHEVAUX et BESTIAUX. Petite vitesse. 3e id. (id.)	37	14,391	278,9
TOTAUX du tarif des chevaux et bestiaux	38	24,494	455,
Produits extraordinaires	39	»	819,1
Recettes du chemin de fer	40	»	33,741,
Recettes des télégraphes	41	546,497	789,
TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes	42	»	34,530,
A ajouter, pour transports gratuits ou à prix réduits. (Pour mémoire.)	43	»	1,848,
Nombre de dépêches télégraphiques du service	44	180,195	»
TOTAUX	45	»	36,379,

Résumé comp

1864 . . . .
1863 . . . .

En plus en 1864. . . .

MOUVEMENT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1864. (Suite.)

PLOITATION PAR L'ÉTAT.				PARTS des autres sociétés mixtes et étrangères.	TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes.	OBSERVATIONS.
DE LA SOCIÉTÉ DRE-ET-WAES.		PART DE LA SOCIÉTÉ DE TOURNAI A JURBISE.				
...nt.	Recette.	Mouvemt.	Recette.	Recette.	(Colonnes 3, 5, 7 et 8.)	
	5	6	7	8	9	10
	Fr. c		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c	
...13	5.201 41	12,543	1,124 73	54,978 08	122,597 19	
...15	1,910 54	10,146	545 90	27,736 52	107,037 46	
...28	7,111 95	22,689	1,670 63	82,714 60	229,634 65	
3	70 20	15	125 20	5,496 95	20,422 55	
...217	4,147 30	208	1,361 24	10,556 »	130,052 97	
...202	831 46	259	577 12	2,474 55	35,954 64	
189	1,336 37	181	614 49	571 19	35,598 49	
894	5,215 37	439	1,910 30	5,907 25	291,613 97	
...502	11,530 70	1,087	4,463 15	19,508 99	491,020 47	
	»	»	139 38	»	819.289 28	
	1,535,858 17	»	801,613 01	12,617,681 66	48,716,684 24	
	»	»	»	»	789,399 07	
	1,535,858 17	»	801,613 01	12,617,681 66	49.506,083 31	
	»	»	»	»	1,848,179 01	
	»	»	»	»	»	
	1.535,858 17	»	801,613 01	12,617,681 66	51,354.262 32	

...recette.

...hemin de fer.	Télégraphes.
...,741,531 40	789,399 07
...,721,264 37	612,363 01
...,020,267 03	177,036 06

XII. — BIBLIOGRAPHIE.

BELGIQUE.

Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. — Collection in-8°, tome XVI.

SCIENCES.

Nouvelle espèce de ziphius de la mer des Indes; par J.-B. Van Beneden.

Note sur un dauphin nouveau, et un ziphius rare; par le même.

Mémoire sur la roue à palettes emboitée dans un coursier rectiligne et sur la roue à aubes courbes; par M. Steichen.

Note sur la théorie mathématique des courbes d'intersection de deux lignes tournant dans le même plan autour de deux points fixes; par M. Vander Mensbrugghe.

Note sur les tremblements de terre en 1861, avec suppléments pour les années antérieures; par M. Alexis Pirrey.

Note sur les tremblements de terre en 1862, avec suppléments pour les années antérieures; par le même.

Mémoires de l'académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Tome XXXIV.

CLASSE DES SCIENCES.

Recherches sur les Bdellodes (Hirudinées) et les Trématodes marins; par MM. Van Beneden et Hesse.

Description des infusoires de la Belgique; par M. J. d'Udekem.

Du mouvement propre de quelques étoiles; par M. Ernest Quetelet.

Problème curieux du magnétisme ; par M. J. Plateau.

Observations sur la météorologie, l'électricité et le magnétisme, faites en 1861 et en 1862 à l'observatoire royal de Bruxelles, à Gand, à Namur, à Liége, à Ostende, à Herve, à Waleffe et à Rome.

BRUNSWICK.

Constructions. — *Cintres en fer.* — M. Franz Rziha, ingénieur du duché de Brunswick, vient de publier en allemand, une intéressante notice sur la construction des tunnels et l'emploi des cintres en fer pour résister à la poussée du terrain à percer et pour construire la voûte.

Le but de ce mémoire est de remplacer par des pièces de fer les étançons et cintres en bois dont le prix croît sans cesse.

FRANCE.

Annales des mines. — *Sixième série.* — *Tome V.* — *Année* 1864.

1re LIVRAISON. — JANVIER ET FÉVRIER. — Notice sur les eaux thermales de Bourbonne-les-Bains; par M. Drouot. — Note sur le système des bagues en fonte applicables à la voie Vignole ; par M. Desbrière.—Études sur les filons du Cornwall et du Devonshire ; par M. L. Moissenet. — Rapport sur l'exposition de Londres et le matériel d'exploitation des chemins de fer anglais en 1862 ; par M. J. Gaudry.

2me LIVRAISON. — MARS ET AVRIL. — Notice sur les sondages exécutés pendant les années 1859 à 1862 dans le territoire militaire de la province d'Alger ; par M. Ville. — Extrait d'un rapport sur l'explosion d'une locomotive ; par M. Jutier. — De l'échappement des locomotives ; par M. Piron. — Nouvelle méthode de chargement des hauts fourneaux ; par M. F. Escalle. — Note sur un

marteau à vapeur pour enfoncer les pilotis, de M. Riggenbach; par M. Lebleu. — Procédé de transformation pour les engrenages de roulement cylindriques ou coniques; par M. Huton de la Goupillière.

3me LIVRAISON. — MAI ET JUIN. — Notice sur les sondages exécutés dans le territoire civil de la province d'Alger pendant les année 1860, 1861, 1862 et 1863; par M. Ville. — Exploitation du Sommering en 1863; par M. H. Desgranges. — Mémoires concernant les grandes masses d'aérolithes trouvées dans le désert d'Atamaca dans le voisinage de la Sierra de Chaco; par M. Domeyko. — Notice sur quelques nouveaux minéraux du Chili; par M. Domeyko. — Recherches sur la substance terreuse rouge qui accompagne les minerais de mercure au Chili; par M. Domeyko. — Explosion d'un appareil à vapeur. — Explosion d'une chaudière à vapeur.

4me LIVRAISON. — JUILLET ET AOUT. — Traitement métallurgique des minerais à Freiberg; par M. A. Carnot. — Notice sur l'agglomération de la houille; par M. L. Gruner. — Notice sur un lavoir à mine portatif, de M. Dufournel; par M. E. Dormoy. — Note sur l'écart des alimentations sur les chemins de fer; par M. W. Nordling. — Accidents survenus dans les mines de houille de la grande Bretagne en 1862; par M. Callon. — Explosion d'une machine locomotive; par M. Couche.

5me LIVRAISON. — SEPTEMBRE ET OCTOBRE. — Mémoire sur la constitution géologique du Tyrol méridional; par M. de Lapparent. — Résultats pratiques du foyer fumivore, système Tenbrinck; par MM. Tenbrinck et Bonnel. — Condenseur barométrique proposé par M. Carré. — Extraits de géologie pour les années 1862 et 1863; par M. Delesse.

Annales des ponts et chaussées.

1864.

JANVIER ET FÉVRIER. — Eaux de Marly et de Versailles; par M. Vallès.

MARS ET AVRIL. — Théorie des fermes à poutres droites en

treillis et des fermes américaines ; par M. Ed. Collignon. — Pont biais sur la Vézère; par M. Partiot. — Canaux d'irrigation et de dessèchement; *minimum* de dépense d'établissement; par M. F. Lucas.

MAI ET JUIN.— Fondations dans les terrains vaseux; par M. Croizette-Desnoyers. — Môle ou jetée monolithe du port de Fiume; par M. Du Règne. — Rouleaux compresseurs pour terrassements; par M. de Vésian.

JUILLET ET AOUT. — Piles en charpente métallique des grands viaducs; par M. W. Nordling.

PAYS-BAS.

Recueil de l'institut royal des ingénieurs Néerlandais.

1863-1864.

1re LIVRAISON. — Détermination de la force du courant du Rhin supérieur, par les fortes crues des eaux; par G. Van Diesen. — Des marées dans les rivières Néerlandaises; par E. Olivier.—Résultats moyens des observations faites au Helder, pendant l'année 1861, par l'inspecteur du Waterstaat C. Van der Sterr. — Résultats généraux des observations pendant les années 1845-1861. — Résultats moyens des observations faites au Helder, pendant l'année 1862, par l'inspecteur du Waterstaat C. Van der Sterr. —

Résultats généraux moyens des observations pendant les années 1851-1862. — Des larges écluses de mer et des portes d'écluse en tôle; par J. Strootman.

2me LIVRAISON. — Communication relative à une cloche à plongeur tubulaire avec accessoires, construite pour l'Inde Orientale; par A.-E. Tromp et I. Strootman.— La pierre de trass de la vallée du Rhin; par G.-G. Van der Hoeven.

1864-1865.

1[re] LIVRAISON. — Note sur les mesurages annuels de la plage, le long de la mer du Nord, depuis le Helder jusqu'au *coin de Hollande;* par J.-F. Augier. — Aperçu du déplacement des lignes de haute et de basse marée et du pied de la dune, ainsi que du changement de la largeur de la plage le long de la mer du Nord, dans la Hollande septentrionale et méridionale. — Annotations faites pendant un voyage effectué en 1863, dans la direction du canal projeté à travers le Holstein et devant relier la mer du Nord à la mer Baltique, voyage continué ensuite vers Copenhague, Stockholm, etc. ; par J. W. Conrad. — Description des phénomènes qui se manifestent dans les fils télégraphiques sous l'influence de l'électricité atmosphérique et des aurores boréales ; par J.-J. Vankerkwyk.

XIII. — LOI CONTENANT LE BUDGET DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS POUR L'EXERCICE 1865 (1).

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Les chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit :

Article unique. Le budget du ministère des travaux publics, pour l'exercice 1865, est fixé à la somme de vingt neuf millions six cent soixante et dix mille quatre cent cinquante six francs quatre vingt deux centimes (29,670,456 fr. 82.), conformément au tableau ci-annexé.

(1) *Session de 1864-1865.*

CHAMBRE DES REPRÉSENTANTS.

Documents parlementaires. Note préliminaire, texte du projet de loi et texte du projet de budget, p. 58-78. — Rapport, p. 83-88. — Annexes au rapport, p. 88.

Annales parlementaires. Discussion générale. Séance des 3 décembre 1864, p. 134-145; 6 décembre, p. 146-156, et 7 décembre, p. 157-166. — Discussion des articles. Séances des 8 décembre, p. 167-176, et 9 décembre, p. 177-181. — Adoption. Séance du 9 décembre, p. 181.

SÉNAT.

Documents parlementaires. Rapport. Séance du 24 décembre 1864, p. XXIV.

Annales parlementaires. Discussion générale. Séance du 26 décembre 1864, p. 185-193.— Discussion des articles et adoption. Séance du 27 décembre, p. 193-207.

Des traitements ou indemnités pour le personnel ne peuvent être prélevés sur les allocations destinées aux salaires ou à des travaux extraordinaires ou spéciaux.

Les dépenses pour le matériel, les fournitures de bureau, les papiers, les impressions, les achats et les réparations de meubles, le chauffage, l'éclairage, le loyer de locaux et les menues dépenses, ne peuvent être prélevées qu'à charge des allocations affectées aux dépenses de l'espèce à faire pour chacun de ces services.

Promulguons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'État et publiée par la voie du *Moniteur*.

Donné à Laeken, le 30 décembre 1864.

Par le Roi : LÉOPOLD.

Le ministre des travaux publics,

JULES VANDERSTICHELEN.

Vu et scellé du sceau de l'État :

Le ministre de la justice,

VICTOR TESCH.

Budget du ministère des travaux publics, pour l'exercice 1868.

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires. et temporaires.	TOTAL.
	CHAPITRE PREMIER.			
	Administration centrale.			
1	Traitements du ministre	21,000 »	»	
2	Traitements des fonctionnaires et employés	634,655 »	»	
3	Frais de route et de séjour du ministre, des fonctionnaires et employés de l'administration centrale . . .	33,200 »	»	
4	Traitements et salaires des huissiers, messagers, concierges et gens de service	58,015 »	»	836,870 »
5	Matériel, fournitures de bureau, impressions, achats et réparations de meubles, chauffage, éclairage, menues dépenses	60,000 »	»	
6	Honoraires des avocats du département	30,000 »	»	
	CHAPITRE II.			
	Ponts et chaussées. — Bâtiments civils.			
	SECTION PREMIÈRE. — PONTS ET CHAUSSÉES			

	cation des baux d'entretien des routes	41,000 »	»	
	SECTION II. — BATIMENTS CIVILS.			
9	Entretien et réparation des palais, hôtels, édifices et monuments appartenant à l'État, ainsi que des bâtiments dont les lois mettent l'entretien à la charge de l'État.	174,000 »	»	
10	Travaux extraordinaires exécutés au palais de Tervueren.	»	16,500 »	
11	Renouvellement des sculptures et reconstruction du fronton de l'aile droite du palais de l'industrie. . . .	»	15,000 »	
12	Construction d'un bâtiment pour le service de la douane à Mouland	»	18,000 »	
	SECTION III. — SERVICE DES CANAUX ET RIVIÈRES, DES BACS ET BATEAUX DE PASSAGE ET DES POLDERS.			
13	Travaux d'entretien ordinaire et extraordinaire, et dépenses d'exploitation des canaux et rivières	812,750 »	351,600 »	
	Travaux d'amélioration des canaux et rivières.			
	BASSIN DE LA MEUSE.			
14	Meuse dans les provinces de Namur, Liége et de Limbourg	»	25,000 »	
15	Canal de Liége à Maestricht	»	15,000 »	
16	Canal de Maestricht à Bois-le-Duc.	»	10,000 »	
17	Canal de jonction de la Meuse à l'Escaut	»	18,500 »	

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires et temporaires.	TOTAL.
18	Canal d'embranchement vers le camp de Beverloo . . .	»	9,000 »	
19	Canal d'embranchement vers Hasselt	»	17,000 »	
20	Canal d'embranchement vers Turnhout	»	1,000 »	
21	Sambre canalisée	»	13,500 »	6,510,961 82
22	Canal de Charleroi à Bruxelles.	»	10,000 »	
	BASSIN DE L'ESCAUT.			
23	Escaut	»	7,700 »	
24	Canal de Mons à Condé	»	39,100 »	
25	Canal de Pommerœul à Antoing	»	7,000 »	
26	Lys.	»	13,000 »	
27	Canal de dérivation de la Lys, de Deynze vers la mer du Nord.	»	12,050 »	
28	Canal de Gand à Ostende	»	7,600 »	
29	Canal de Plasschendaele par Nieuport et Furnes vers la frontière de France	»	13,000 »	
30	Canal de Gand à Terneuzen	»	10,000 »	
31	Canal de Selzaete à la mer du Nord	»	2,000 »	
32	Moervaert.	»	200 »	
33	Rupel	»	[illegible]	

35	Yser	»	6,000 »
35*bis*	Canal d'Ypres à l'Yser	»	4,471 82
	PLANTATIONS.		
36	Plantations nouvelles	15,000 »	»
	BACS ET BATEAUX DE PASSAGE.		
37	Établissements éventuels de nouveaux passages d'eau ; entretien et amélioration des bacs et bateaux de passage existants et de leurs dépendances	25,000 »	»
	SECTION IV. — PORTS ET CÔTES.		
38	Travaux d'entretien ordinaire et extraordinaire et dépenses d'administration des ports, côtes, phares et fanaux	197,850 »	60,500 »
	TRAVAUX D'AMÉLIORATION DES PORTS, CÔTES, PHARES ET FANAUX.		
39	Port de Nieuport	»	10,000 »
40	Côte de Blankenberghe	»	20,000 »
41	Phares et fanaux	»	1,000 »
	SECTION V. — FRAIS D'ÉTUDES ET D'ADJUDICATIONS.		
42	Études de projets, frais de levée de plans ; achats d'instruments, de cartes et de livres ; matériel, impressions, etc. ; frais d'adjudications	28,000 »	»

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires et temporaires.	TOTAL.
18	Canal d'embranchement vers le camp de Beverloo . . .	»	9,000 »	
19	Canal d'embranchement vers Hasselt	»	17,000 »	
20	Canal d'embranchement vers Turnhout	»	1,000 »	6,510,961 82
21	Sambre canalisée	»	13,500 »	
22	Canal de Charleroi à Bruxelles	»	10,000 »	
	BASSIN DE L'ESCAUT.			
23	Escaut	»	7,700 »	
24	Canal de Mons à Condé	»	39,100 »	
25	Canal de Pommerœul à Antoing	»	7,000 »	
26	Lys.	»	13,000 »	
27	Canal de dérivation de la Lys, de Deynze vers la mer du Nord	»	12,050 »	
28	Canal de Gand à Ostende	»	7,600 »	
29	Canal de Plasschendaele par Nieuport et Furnes vers la frontière de France	»	13,000 »	
30	Canal de Gand à Terneuzen	»	10,000 »	
31	Canal de Selzaete à la mer du Nord	»	2,000 »	
32	Moervaert.	»	200 »	
[illegible]	[illegible]	»	[illegible]	

35	Yser	»	6,000 »
35*bis*	Canal d'Ypres à l'Yser	»	4,471 82
	PLANTATIONS.		
36	Plantations nouvelles	15,000 »	»
	BACS ET BATEAUX DE PASSAGE.		
37	Établissements éventuels de nouveaux passages d'eau ; entretien et amélioration des bacs et bateaux de passage existants et de leurs dépendances	25,000 »	»
	SECTION IV. — PORTS ET CÔTES.		
38	Travaux d'entretien ordinaire et extraordinaire et dépenses d'administration des ports, côtes, phares et fanaux	197,850 »	60,500 »
	TRAVAUX D'AMÉLIORATION DES PORTS, CÔTES, PHARES ET FANAUX.		
39	Port de Nieuport	»	10,000 »
40	Côte de Blankenberghe	»	20,000 »
41	Phares et fanaux	»	1,000 »
	SECTION V. — FRAIS D'ÉTUDES ET D'ADJUDICATIONS.		
42	Études de projets, frais de levée de plans ; achats d'instruments, de cartes et de livres ; matériel, impressions, etc. ; frais d'adjudications	28,000 »	»

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires et temporaires.	TOTAL.
	SECTION VI. — PERSONNEL DES PONTS ET CHAUSSÉES.			
43	Traitements des ingénieurs et conducteurs des ponts et chaussées; frais de bureau et de déplacements . . .	676,970 »	10,000 »	
44	Traitements et indemnités des chefs de bureau et commis, des éclusiers, pontonniers, sergents d'eau, gardes-canal et autres agents subalternes des ponts et chaussées	638,393 »	13,000 »	
45	Frais des jurys d'examen et des conseils de perfectionnement; missions des élèves-ingénieurs et conducteurs de l'école spéciale du génie civil	10,000 »	»	
	CHAPITRE III.			
	Mines.			
	SECTION I. — PERSONNEL DU CONSEIL.			
46	Personnel du conseil des mines; traitements	42,610 »	»	
47	— — frais de route	600 »	»	
48	— — matériel.	2,000 »	»	
	SECTION II. — PERSONNEL DU CORPS.			

	mines et salaires des expéditionnaires employés par les ingénieurs	191,920 »	»	
50	Frais des jurys d'examen, des conseils de perfectionnement et missions des élèves ingénieurs de l'école spéciale des mines	8,000 »	»	312,130 »
51	Confection de la carte générale des mines	»	15,000 »	
	SECTION III. — CAISSE DE PRÉVOYANCE.			
52	Subsides aux caisses de prévoyance et récompenses aux personnes qui se distinguent par des actes de dévouement	45,000 »	»	
	SECTION IV. — IMPRESSIONS, ETC.			
53	Impressions, achats de livres, de cartes et d'instruments, publications de documents statistiques, encouragements et subventions, essais et expériences	7,000 »	»	
	CHAPITRE IV.			
	Chemins de fer. — Postes. — Télégraphes.			
	SECTION PREMIÈRE. — VOIES ET TRAVAUX.			
54	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	358,680 »	»	
55	Salaires des agents payés à la journée ou par mois	2,231,400 »	»	
56	Billes, rails et accessoires, matériel fixe tenant à la voie	1,330,000 »	200,000 »	
57	Travaux d'entretien et d'amélioration, outils et ustensiles, objets divers	715,000 »	»	

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires et temporaires.	TOTAL.
	SECTION II. — TRACTION ET MATÉRIEL.			
58	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	286,480 »	»	
59	Salaires des agents payés à la journée ou par mois	2,966,450 »	»	
60	Primes d'économie et de régularité	80,000 »	»	
61	Combustible et autres objets de consommation pour la traction des convois	1,450,000 »	»	
62	Entretien, réparation et renouvellement du matériel	2,813,000 »	»	
	SECTION III. — TRANSPORTS.			
63	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	1,796,430 »	»	
64	Salaires des agents payés à la journée ou par mois	1,714,240 »	»	
65	Frais d'exploitation	721,000 »	»	
66	Camionnage	500,000 »	»	
67	Pertes et avaries ; indemnités du chef d'accidents survenus sur le chemin de fer	60,000 »	»	
68	Redevances aux compagnies	20,000 »	»	
	SECTION IV. — POSTES.			
69	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	1,092,000 »	»	

72	Matériel, fournitures de bureau, frais de loyer et de régie	367,600 »	30,000 »	
	SECTION V. — TÉLÉGRAPHES.			
73	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	407,000 »	»	
74	Salaires des agents payés à la journée ou par mois	145,000 »	»	
75	Entretien	80,000 »	»	
	SECTION VI. — SERVICES EN GÉNÉRAL.			
76	Traitements et indemnités des fonctionnaires et employés	94,115 »	»	
77	Salaires des agents payés à la journée ou par mois	62,600 »	»	
78	Matériel et fournitures de bureau	240,000 »	»	
79	Subside à la caisse de retraite et de secours des ouvriers de l'administration	20,000 »	»	
80	Conférences des chemins de fer belges	1,000 »	»	
81	(Les crédits portés aux art. 2, 54, 58, 63, 69, 73 et 76, pourront être réunis et transférés de l'un de ces articles aux autres, suivant les besoins du service.)			
	CHAPITRE V.			
	SECTION PREMIÈRE. — COMMISSION DES PROCÉDÉS NOUVEAUX.			
82	Frais de route et de séjour	600 »	»	
83	Matériel, achat de réactifs, d'appareils, etc	1,400 »	»	7,000 »

ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES ET SERVICES.	CHARGES ordinaires et permanentes.	CHARGES extraordinaires et temporaires.	TOTAL.
	SECTION II. — COMMISSION DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.			
84	Frais de route et de séjour	1,100 »	»	
85	Publication du recueil, frais de bureau, etc	3,900 »	»	
	CHAPITRE VI.			
86	Traitements des fonctionnaires et agents en disponibilité, par mesure générale ou pour un terme illimité	»	59,500 »	59,500 »
	CHAPITRE VII.			
87	Pensions	7,000 »	»	7,000 »
	CHAPITRE VIII.			
88	Secours à des employés, veuves ou familles d'employés, ainsi qu'aux agents payés sur salaires ou à leurs familles qui ne peuvent être pensionnés	13,000 »	»	13,000 »
	CHAPITRE IX.			
89	Dépenses imprévues non libellées au budget	18,000 »	»	18,000 »
	Total du budget du ministère des travaux publics. . fr.	28,590,235 »	1,080,221 82	29,670,456 82

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

JURISPRUDENCE.

I

L'État est en droit de pratiquer des prises d'eau à la rivière de la Haine, notamment celle opérée à Jemmapes en dix-huit-cent quarante, pour l'alimentation et le service public de la navigation de son canal latéral de la Haine, sans devoir payer d'indemnité à...... pour le préjudice lui causé par la privation partielle ou même totale de la force motrice de son moulin établi sur cette rivière, à Boussu. — Jugement du tribunal de Mons du 18 juin 1859.

« Parties ouïes, vu les pièces ;

» Attendu que l'instance en garantie est connexe à la demande principale, puisqu'elle n'est qu'un accessoire de celle-ci ; que dès lors, il convient d'ordonner la jonction de ces deux causes, demandée par la partie de maître Grimard ;

» Attendu, en ce qui concerne la demande en communication préalable de l'octroi de concession de l'usine de la dame veuve Robette, que celle-ci a déclaré qu'elle n'en possédait pas ; que par suite, rien ne s'oppose à ce qu'il soit dès maintenant, passé outre à l'examen du mérite de la demande.

» Attendu qu'à cet égard, la principale question à décider consiste à savoir si l'État est en droit de pratiquer des prises d'eau à la rivière de la Haine, notamment celle opérée à Jemmapes en dix-huit cent quarante, pour l'alimentation et le service public de la navigation de son canal latéral de la Haine, sans devoir payer d'indemnité à la veuve Robette pour le préjudice lui causé par la privation partielle ou même totale de la force motrice de son moulin établi sur cette rivière, à Boussu.

» Attendu que cette dame ne possède et ne rapporte aucun octroi de concession de son usine, et que le plus ancien document produit pour constater son existence est un procès-verbal de fixation du clou de jauge dressé en quinze cent et trois, par les trois États du Hainaut;

» Mais attendu qu'en fait, il est constant et démontré que depuis les temps les plus reculés, les rivières de la Trouille et de la Haine, réunies à Jemmapes en prenant cette dernière dénomination, sont navigables depuis le pont de l'Hôpital, à Mons, jusqu'à Condé et sont employées au service public de la navigation;

» Qu'en effet, il se voit d'un règlement sur les rivières porté par ordonnance des ducs de Bavière, comtes de Hainaut, le vingt-quatre juin treize cent septante neuf, que déjà dès avant cette époque elles étaient navigables et flottables et qu'il n'est pas méconnu qu'elles ont toujours servi à cet usage jusqu'aux modifications apportées par l'établissement du canal dont il va être parlé;

» Que par la suite des temps, les besoins du commerce s'étant considérablement accrus, et la rivière de la Haine ayant été reconnue défectueuse et insuffisante, il a été construit en vertu d'un décret impérial du 18 septembre 1807, un canal latéral de la Haine qui a été inauguré en 1814, époque à laquelle la navigation qui se pratiquait sur cette rivière, en amont de l'usine de la demanderesse, a cessé, tandis que pour la partie en aval, jusques y compris le canal de jonction, dit de Caraman, elle n'a cessé qu'en 1855.

» Attendu que ce nouveau canal latéral aussitôt après avoir été livré au service public de la navigation, ainsi donc en 1814, a été et se trouve constamment et exclusivement alimenté par les eaux des rivières de la Trouille et de la Haine, à l'aide de diverses prises d'eau y pratiquées, toutes en amont de l'usine de la veuve Robette, l'une en 1814 à la Haine, à Quaregnon, une autre en la même année à la Trouille, en amont du moulin au bois, à Hyon, une troisième en 1818-1819, à la Haine au pont canal et enfin une quatrième, celle dont se plaint la demanderesse, pratiquée à Jemmapes en 1840, en remplacement de celle supprimée antérieurement à Quaregnon; de plus, cette alimentation se fait encore par un conduit, en aval de cette usine, laissé au canal de Caraman : celui-ci supprimé en 1855;

» Attendu qu'étant démontré par les actes ci-dessus que la ri-

vière de la Haine était déjà navigable dès avant le 24 juin 1379, tandis que l'existence de l'usine de la veuve Robette constatée par le plus ancien document produit, ne se rapporte qu'à 1503, donc 124 ans postérieurs à cet état de navigabilité établi, l'on doit admettre, puisqu'aucune preuve légale ni aucun fait n'établissent le contraire, que cette usine a été construite sur une rivière dès lóngtemps navigable et que, par suite, elle doit subir toutes les nécessités et conséquences de cette situation ;

» Attendu qu'à cette époque, en Hainaut, comme dans tous les pays civilisés, les rivières navigables appartenaient au souverain représentant la nation ; elles fesaient partie du domaine public et étaient imprescriptibles, ainsi que le déclare formellement l'article 16, chapitre 107 des chartes générales de ce pays, et cela parce que leur destination était l'utilité publique et générale, le service et les besoins de la navigation ;

» Que ce n'était jamais qu'en vertu d'un acte bien explicite de concession de la puissance souveraine que des particuliers pouvaient acquérir des droits de propriété ou de possession à des choses de cette nature ;

» Attendu que c'est en conformité de ces droits et principes que les souverains du Hainaut et après eux l'autorité publique compétente ont constamment exercé des actes de haute direction, d'administration et de police sur les rivières de la Haine et de la Trouille, et cela pour assurer, dans l'intérêt général, la liberté et les facilités de la navigation, voir notamment : 1° le règlement sur ces rivières porté par l'ordonnance du duc de Bavière, comte de Hainaut, le 24 juin 1379 ; 2° les chartes du Hainaut de Charles-Quint, archiduc d'Autriche, comte du Hainaut, du mois de mars 1534, dans lesquelles ce souverain fait expressément réserve dans l'intérêt public et pour le plus grand bien-être de la navigation, de disposer à son gré de ces rivières, pour le profit et l'utilité générale de son peuple ; 3° une ordonnance du grand bailli du Hainaut du 17 mai 1596 qui rappelle l'exécution des ordonnances précédentes et decrète des mesures dans l'intérêt public de la navigation, ordonnance confirmée par celle de 1693 et 1701 ;

» Attendu que l'empereur Joseph II, en vendant par arrentement à la ville de Mons, le 5 Mai 1784, les moulins établis sur la Trouille en cette ville et à Hyon, a même eu soin, bien que cette

partie de la rivière n'était pas navigable, de déclarer qu'il était formellement défendu de s'écarter des règlements émanés ou à émaner sur la navigation, ce qui vient encore confirmer, s'il en était besoin, le fait et la volonté, de la part du souverain, de conserver la libre et entière administration et disposition des eaux employées avant tout à ce service public;

» Attendu que ces divers règlements, loin de conférer aux usiniers des droits sur les eaux, ont, au contraire, été faits dans l'intérêt public de la navigation et comme mesure de police et d'administration pour en faciliter et assurer le service;

» Attendu que c'est toujours dans le même but que le préfet du département du Jemmapes a rendu plusieurs arrêtés, notamment ceux des 23 avril et 27 décembre 1800, 2 novembre 1801 et 1er février 1803;

» Attendu enfin que la loi du 22 novembre, 1er décembre 1790 déclare que les fleuves, les rivières navigables et en général toutes les portions du territoire national qui ne sont pas susceptibles d'une propriété privée, sont considérés comme des dépendances du domaine public (art. 2) et ne peuvent être aliénés sans le consentement de la nation (art. 8).

» Attendu que cet article 2 se trouve textuellement rappelé dans l'article 538 du code civil et qu'en outre les articles 1128 et 2226 du même code déclarent, en termes formels, que les choses hors du commerce ne peuvent faire l'objet d'une convention et sont imprescriptibles;

» Attendu que les dispositions de ces lois ne sont que la reproduction et la confirmation des anciens principes antérieurs, ci-dessus établis et admis en Hainaut;

» Attendu que la demanderesse, ainsi que cela a déjà été dit précédemment, ne produit et ne possède aucun acte de concession spécial de son moulin, émané du souverain ou de la puissance publique, par lequel il lui aurait été expressément abandonné une partie quelconque des droits de propriété ou de possession sur les eaux de la rivière navigable de la Haine;

» Attendu que le procès-verbal de fixation du clou de jauge dressé en 1503, est tout uniment une mesure administrative et de police, toujours variable et révocable à volonté, qui ne confère aucun droit au propriétaire de cette usine sur les eaux de la Haine;

» Attendu que d'après les lois et les principes qui régissent la matière, cette rivière étant reconnue faire partie du domaine public non susceptible d'une propriété privée, imprescriptible et cela depuis les temps les plus reculés, soit au moins 124 ans avant l'existence de l'usine dont s'agit, constaté par le plus ancien document produit, il résulte que la demanderesse n'a jamais pu, en l'absence de tout acte exprès et explicite de concession, quelle que soit la durée de la possession, y acquérir aucun droit, puisque vis-à-vis de l'État, semblable possession est toujours considérée comme précaire et de pure tolérance; qu'en effet, les eaux, comme élément étant employé dans l'intérêt général au service public de la navigation, sont une chose à l'usage de tous et n'appartient exclusivement à personne; elles sont donc imprescriptibles, inaliénables puisqu'elles ne peuvent être l'objet d'une propriété privée;

» Attendu que ce qui est dit et admis relativement à la rivière de la Haine jusqu'en 1814, doit toujours continuer de s'appliquer à cette rivière, bien que depuis cette époque, pour la partie en amont de l'usine dont s'agit et depuis 1855 pour celle en aval, elle ne porte plus bateau;

» Qu'il faut, en effet, considérer cette rivière comme une dépendance nécessaire et essentielle de cette nouvelle voie de navigation, puisqu'elle sert à son alimentation, à ses besoins et forme ainsi avec le canal latéral, à cause de sa destination, un tout indivisible de même nature;

» Que par suite, la rivière a toujours continué, nonobstant la mise en navigation de ce canal, de demeurer et de former, comme le canal lui-même, une dépendance du domaine public national, non susceptible d'une propriété privée, inaliénable et imprescriptible, puisque ses eaux sont employées au service public de la navigation;

» Qu'il devient donc parfaitement inutile de savoir s'il faut encore considérer aujourd'hui la rivière de la Haine comme étant ou n'étant plus navigable, puisque dans tous les cas, elle a conservé son caractère de domaine public avec tous les droits et prérogatives y attachés;

» Qu'au surplus, l'État a toujours conservé l'entière disposition, administration et direction des eaux des rivières de la Haine et de la Trouille; qu'elles ont constamment été employées dans l'intérêt public et général de la navigation de la Haine, puis de celle du canal

latéral, et que n'ayant jamais cédé aucun de ses droits sur ces eaux à la demanderesse, celle-ci ne saurait établir ni justifier qu'elle en aurait acquis ;

» Attendu qne les dispositions concernant les rivières navigables et flottables, contenues en l'ordonnance française sur les eaux et forêts de 1669, en admettant qu'elles aient toutes été rendues exécutoires en Belgique, n'ont enlevé ni pu enlever les droits imprescriptibles au profit de l'État sur la rivière navigable de la Haine, reconnue dépendance du domaine public, en vertu des anciennes lois et législations préexistantes, ci-dessus rappelées, maintenues ensuite par la loi du 1er décembre 1790, par le code, comme aussi par la loi du 16 septembre 1807 ;

» Attendu que la veuve Robette invoque vainement à l'appui de ses prétentions les dispositions de l'art. 41, titre 27 de cette ordonnance de 1669, puisque cet article exige formellement une possession valable, c'est-à-dire ainsi que cela est reconnu en France et que l'a, du reste, constaté l'édit de ce pays de 1683, une possession légitime établie sur des actes et titres valables de concession, et que la possession dont elle se prévaut, ne peut faire acquérir aucun droit, étant tout-à-fait précaire et de pure tolérance ;

» Attendu que les autres anciens édits et ordonnances portés en France, relatifs au même objet, n'ayant pas été rendus exécutoires en Belgique il devient inutile de s'en occuper, si ce n'est pour dire que tous, de même que la prédite ordonnance de 1669, proclament le principe général et absolu que toujours et de tout temps, les rivières navigables et flottables forment des dépendances du domaine public national ; que servant à l'usage de tous, elles n'appartiennent à personne et ne sont pas susceptibles d'une propriété privée, si ce n'est en vertu d'un octroi exprès de concession de la puissance souveraine, et qu'enfin, elles sont toutes imprescriptibles ;

» Attendu que les autorités invoquées par la demanderesse, ou sont étrangères à l'espèce ou ne concernent que les rivières non navigables ou flottables, lesquelles étaient anciennes, et jusqu'à la suppression de la féodalité, sous la puissance des seigneurs hauts justiciers, mais ne sont nullement applicables aux rivières navigables et flottables qui étaient régies par les principes ci-dessus fixés ;

» Attendu qu'en aucun cas, la demanderesse ne pourrait invo-

quer à son profit aucune possession utile, puisqu'il est démontré que l'État a toujours eu et conservé la jouissance, la disposition et l'administration des eaux de la rivière de la Haine et qu'il n'a jamais aliéné, au profit de la veuve Robette, aucun de ses droits sur cet objet;

» Attendu que l'article 48 de la loi du 16 septembre 1807 est également conforme aux principes ci-dessus établis au lieu d'y être contraire; puisqu'il n'accorde d'indemnité pour la possession des usines construites sur des rivières navigables qu'autant que leur établissement est légal, c'est-à-dire fondé sur un titre de concession du gouvernement et que ce titre ne soumet pas les propriétaires à voir démolir leurs usines sans indemnité, si l'utilité publique le requiert;

» Attendu que la demanderesse, dépourvue de tout titre ou octroi de concession de son usine, n'ayant acquis ni pu acquérir aucun droit de propriété ou de possession aux eaux de la rivière de la Haine formant une des dépendances du domaine public, ne peut se prétendre expropriée ni par suite réclamer des indemnités à l'État, du chef de la disposition des eaux de cette rivière.

» Quant aux différents abus de leur emploi, signalés par la partie de maître Lescarts;

» Attendu que celle-ci n'est pas fondée davantage à élever des réclamations à ce sujet, par la raison, d'une part, que, vis-à-vis de l'État, il est démontré qu'elle n'a acquis aucun droit à ces eaux et qu'elle est par suite inhabile à critiquer l'usage ou l'abus qui en aurait été fait; et que, d'autre part, ce dernier ayant conservé vis-à-vis d'elle la libre et entière disposition des dites eaux, il lui était loisible de leur donner telle direction qu'il trouvait bon, sans qu'elle pût s'en plaindre ni demander la réparation du préjudice qui en résulterait pour son usine;

» Attendu que le seul droit légitime à la propriété ou à la puissance des eaux de la rivière de la Haine formant une dépendance du domaine public, en faveur de la veuve Robette, ne pouvant résulter que d'un acte exprès de concession de la puissance souveraine ou publique et cette dame ayant déclaré n'en pas avoir, il en résulte que les faits par elle articulés dans son écrit du 7 janvier écoulé, absolument étrangers à l'existence de ce titre, ne sont ni pertinents ni relevants; qu'ainsi, il y a lieu de les rejeter;

» Qu'il suit donc de tout ce qui précède, que sous aucun rapport les prétentions et réclamations de la partie de maître Lescarts ne sont ni recevables ni fondées ;

» Attendu, en ce qui concerné la demande en garantie, qu'elle devient sans objet par le rejet de celle principale, mais qu'il est reconnu par le sieur Coutui Duchateau, qu'elle était, à certains égards, bien et légitimement exercée.

» Par ces motifs :

» LE TRIBUNAL ; — Ouï M. De Lecourt, substitut procureur du Roi, en ses conclusions conformes, si ce n'est sur la pertinence de certains faits ;

» Joignant les demandes inscrites au rôle sous les numéros 9235 et 9273 et y faisant droit par un seul et même jugement, sans s'arrêter aux faits articulés par la demanderesse veuve Robette, lesquels sont déclarés non pertinents et irrélevants, déclare cette dame non recevable et, au besoin, non fondée dans son action et l'en déboute ;

» La condamne en outre aux dépens envers toutes les parties : lesquels dépens sont liquidés pour la partie de maître Grimard, à la somme de fr. 396,03 non compris le coût du présent, et, pour la partie de maître Toint, à la somme de fr. 201,36.

» Prononcé en audience publique tenue par la première chambre du tribunal de première instance, séant à Mons, province de Hainaut, le 18 juin 1859 ; présents MM. Laisné, Hanolet et Grenier, juges ; le premier faisant fonctions de président, De Lecourt, substitut procureur du Roi et Potoin, commis-greffier.

(*Signé*) LAISNÉ POTVIN.

» Mandons et ordonnons à tous huissiers à ce requis de mettre le présent jugement à exécution ;

» A nos procureurs généraux et à nos procureurs près les tribunaux de première instance d'y tenir la main ;

» A tous, commandants et officiers de la force publique d'y prêter main-forte lorsqu'ils en seront légalement requis ;

» En foi de quoi, le présent jugement a été signé et scellé du sceau de tribunal. »

Veuve Robette appelante. — L'État Belge. — 17 janvier 1865. — 1re chambre. — Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles du 17 janvier 1865.

« Attendu que l'action principale dirigée uniquement contre l'État est, ainsi que l'énonce l'exploit introductif d'instance, basée sur les lois des 16 septembre 1807 et 8 mars 1808 et que l'article 48 de la première de ces lois invoqué par l'appelante dès les plaidoiries, doit spécialement être pris en considération dans l'espèce.

» Attendu que de là naît la question litigieuse, à savoir, si la demanderesse originaire a acquis d'autres droits aux eaux de la rivière la Haine, que celui non contesté de laisser subsister son moulin où il se trouve actuellement et où l'on est d'accord qu'il a été établi sous l'empire de l'ancienne législation du Hainaut.

» Attendu qu'il est positif que dès avant 1379, la dite rivière était navigable de Mons à Condé, comme en fait foi le règlement des rivières donné par le duc Albert de Bavière, le 24 juin 1379 et les chartes du pays et comté de Hainaut de l'an 1534, dans lesquelles on lit au chapitre 103 entre autres dispositions qui ne font que répéter textuellement celles de ce règlement.... que à Condé.... où la Haine descend en l'Escaut « plancques devant être mises » pour l'eau avoir telle hauteur que les nefz puissent descendre et » monter de la Haine en l'Escaut sans fauste et afin que les dits » nefz puissent aller et passer sans desquirquier de Mons à Tournay » et de Tournay à Mons, pour le prouffit et utilité du commun peu» ple de nostre dit pays. »

» Attendu que, des dits édits et chartes, il conste clairement qu'ils ont eu surtout pour but d'empêcher toutes entraves à la navigation et d'assurer et faciliter celle-ci, que les règles qu'ils sanctionnent, de même que celles insérées dans l'ordonnance de 1596 dont il sera ultérieurement parlé, prouvent que le comte de Hainaut avait seul, à titre de souverain, la haute juridiction sur les rivières navigables de son comté et que, par suite, on ne pouvait y acquérir un droit quelconque qu'en vertu d'octrois émanant de lui, que ce point est d'autant moins contestable que l'art. 16 du chapitre 107 des chartes générales du Hainaut de 1619, veut « que

cette rivière navigable...... n'y aura prescription quelque longtaine possession qu'il y ait. »

» Attendu que l'appelante convient qu'elle se trouve dans l'impossibilité de produire un octroi autorisant l'établissement de son moulin, mais qu'elle entend y suppléer par des procès-verbaux dressés à l'intervention et en présence des députés des trois ordres des États, les 1er juin 1503, octobre 1503 et septembre 1629;

» Attendu que tout ce que l'on pourrait induire de plus favorable à l'appelante de ces trois actes constatant la vérification faite de la hauteur des eaux et déterminant le point qu'elles ne pouvaient excéder aux moulins de la Haine (y compris celui de Boussu) est que l'usine dont s'agit, semblerait ainsi avoir eu aux époques indiquées une existence reconnue par le pouvoir;

» Attendu que la lettre de Cinsses du 13 septembre 1605, également produite par l'appelante, ne relate autre chose qu'un certain droit de franchise accordé au fermier de la brasserie du seigneur de Boussu pour la mouture aux moulins du même seigneur; que la circonstance que l'un de ces moulins fut le même que celui de l'appelante, lequel par conséquent aurait été en 1605 la propriété du comte de Boussu, serait totalement insignifiante ici, puisque les droits dérivant de la *haute justice* qui ont incombé à ce dernier, dans les limites de son territoire (art. 1 et 2 du chapitre 130 des chartes générales) n'auraient pu dans aucun cas s'étendre jusqu'aux eaux des rivières navigables toutes affectées à l'usage et à l'utilité publics, comme l'indiquent assez les expressions du dit règlement de 1379, au grand grief, préjudice et dommage de tout le pays généralement;

» Attendu que l'ordonnance citée du 17 mai 1596, n'admet aucun doute possible à cet égard, qu'elle émane du prince régnant par l'intermédiaire de son grand bailly (chap. 60 art. 1 et 14 des chartes générales) qu'elle n'est portée qu'après enquêtes, vérifications et avis, qu'elle oblige tout le pays servant à la navigation de Mons à Condé; qu'elle dispose sur la largeur des usines; qu'elle détermine la hauteur des tenues et ventailles; qu'elle prescrit des mesures dans l'intérêt des propriétés riveraines; qu'elle fixe spécialement les moments où seront ouvertes les tennes de Saint-Ghislain et de Boussu, qu'elle règle la navigation, qu'enfin toutes les dispositions sont exclusivement de droit sur les rivières de

Haine et de Trouille, en faveur des seigneurs particuliers dont les circonscriptions féodales étaient baignées par les eaux de ces rivières, tandis qu'au contraire elles démontrent à l'évidence l'étendue des droits de la puissance souveraine, puissance dont on peut du reste apprécier l'importance par le paragraphe de l'article 103 » de la charte de l'an 1534, « que si pour le bien commun du dit » pays il estait que besoing et nécessité fust faire verser la » Haisne et la rivière de Trouille devra ce estre fait soulez sem- » blable ordonnance et par la manière que dessus est dit. »

» Attendu que, si l'appelante ne peut établir la recevabilité de la demande telle qu'elle l'a intentée et suivie au moyen d'un titre légal lui conférant un droit acquis avant l'invasion française en Belgique, à plus forte raison se trouve-t-elle dans l'impossibilité d'en produire (ce qu'au surplus elle n'a pas tenté de faire) aucun qui soit postérieur aux lois abolissant les droits féodaux;

» Vu l'article 2 de la loi du 22 novembre-1er décembre 1790 et les articles 538, 1128 et 2226 du code civil que la dite appelante n'a pas même allégué que sous l'un ou sous l'autre des gouvernements qui se sont succédé en ce pays, il aurait été porté par le pouvoir compétent, une disposition déclarant que la rivière de Haine cessait d'être considérée comme navigable.

» Attendu qu'à la vérité le canal latéral ayant été décrété le 18 septembre 1807 et inauguré le 27 novembre 1814, on n'a plus dès lors navigué sur la Haine, mais qu'il est encore vrai et constant au procès que cette rivière n'a pas cependant changé de nature, puisque les eaux continuèrent, en alimentant le canal qui lui fut substitué, à être affectées au service de la navigation comme par le passé en telle sorte que la Haine est ainsi devenue une dépendance du canal.

» Attendu que vainement l'appelante voit une cause de préjudice légitimant l'action dans l'abus que, selon elle, aurait fait le gouvernement des eaux de la rivière de Haine, soit à raison de travaux pratiqués, soit pour faciliter la navigation, soit par des concessions faites à des sociétés ou à des particuliers, soit par le mode suivi pour la manœuvre d'un ou de plusieurs barrages placés sur ladite rivière, etc.; qu'en effet il est de principe en droit, que le pouvoir de disposer des eaux courantes de cette espèce n'appartient qu'à l'État, appelé à les régir comme étant des dépendances du

domaine public et qu'il est certain en fait qu'en agissant ainsi que l'a fait le gouvernement, il a exercé le droit attaché à sa souveraineté, qu'il n'a donc ni dû ni pu encourir aucune responsabilité envers la veuve Robette en l'absence de tout titre justificatif de la prétention de celle-ci.

» Attendu que de ce qui précède, il suit que les faits articulés par l'appelante, tant en première instance que devant la cour, sont sans la moindre pertinence quant à la question à résoudre.

» Par ces motifs :

» LA COUR : ouï M. le premier avocat général Corbisier et de son avis, sans prendre égard aux faits posés par l'appelante, met l'appel au néant et condamne la dite appelante à l'amende et aux dépens envers les autres parties. »

II

Le pouvoir judiciaire est incompétent pour connaître des contestations qui s'élèvent entre l'Administration du polder et l'un des propriétaires de terrains compris dans le polder, concernant la part contributive de ce dernier dans la dépense des travaux d'entretien. — 1° Jugement du tribunal d'Anvers du 30 mai 1857. — 2° Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles du 12 février 1862. — 3° Arrêt de la cour de cassation du 2 mai 1863. — 4° Arrêté royal du 15 octobre 1864.

NOUS LÉOPOLD PREMIER, ROI DES BELGES.

A tous présents et à venir faisons savoir :

Le tribunal de première instance séant à Anvers a rendu le jugement suivant :

« En cause de l'association du polder de Schelle poursuites et diligences de ses directeurs, le sieur Corneille De Laet propriétaire domicilié à Niel, Dyckgraef, Egide Nauwelaerts, rentier et François De Rouck cultivateur, domiciliés à Schelle, commissaires des adhérités du polder et de son trésorier secrétaire le sieur Charles-Joseph Elébaers, secrétaire communal, domicilié à Hemixem demanderesse, avoué maître Dillen ;

Contre :

» 1° Dame douairière De Aguilar, veuve de Monsieur Jacques Wouters propriétaire;

» 2° Monsieur Simon Wouters, propriétaire, tous deux domiciliés à Beckerzeele, arrondissement de Bruxelles;

» 3° Monsieur Théodore Wouters, particulier domicilié à Bruxelles, et

» 4° Dame Jeanne Wouters et son époux Monsieur Alexandre Wouters, bourgmestre de la commune de Blaesvelt, y domiciliés, consors défendeurs, avoué maître Mintjens.

» La demanderesse fit par exploits des huissiers Rombaut à Bruxelles et Boel à Malines, respectivement en dates du dix-neuf et vingt-un novembre mil huit cent cinquante cinq, enregistrés, contenant constitution d'avoué en la personne de maître Dillen, assigner les défendeurs aux fins de comparaître devant le tribunal de 1re instance séant à Anvers, au palais de justice, vendredi trente novembre suivant, pour:

» Attendu que la loi du quatorze floréal an onze, porte qu'il sera pourvu à l'entretien des polders de la manière prescrite par les règlements d'administration publique;

» Attendu que le décret du vingt trois avril mil huit cent sept, et l'octroi constitutif du polder de Schelle, obligent les propriétaires de ce polder à construire à leurs frais une digue d'hiver et charge le préfet d'arrêter les rôles et de les rendre exécutoires;

» Attendu que l'article premier de l'arrêté préfectoral du dix sept octobre mil huit cent six, n'exempte de la contribution, aux frais d'entretien des digues et autres ouvrages exécutés contre les eaux du Rupel et de l'Escaut, que les propriétaires de terrains situés au-dessus du niveau déterminé par une ligne tracée sur le plan de M. Mengin, ingénieur des ponts et chaussées, et que l'article premier du décret précité du vingt trois avril mil huit cent sept se refère également au rayon tracé sur le plan du même ingénieur Mengin, plan annexé au décret;

» Attendu que les cités ci-après qualifiés, sont propriétaires de quatre hectares vingt un ares soixante centiares, de terres labourables situées au polder de Schelle, marquées au plan cadastral, section *A*, numéro quatre cent quatre vingt seize, quatre cent quatre vingt dix sept, quatre cent quatre vingt dix huit *a*, cinq cent un *a*, cinq

cent deux, cinq cent trois, cinq cent quatre *a*, cinq cent cinq, cinq cent six, cinq cent sept, cinq cent huit, aboutissant au nord à la parcelle numéro cinq cent dix sept appartenant au Fiocco B.-J.-J. ou héritiers, au sud à la rue dite Laerdyck, et à l'est, le chemin appelé Maegeleg, que cette propriété comprise dans le rayon tracé sur le plan précité se trouve dans la catégorie des terres soumises à la contribution;

» Et attendu que les cités doivent à ma requérante du chef de charges imposées conformément aux rôles arrêtés par l'association poldérienne, et rendus exécutoires par la députation permanente du conseil provincial d'Anvers, à savoir: la somme de cent trente un florins quatre vingt seize cents, soit deux cent soixante dix neuf francs vingt huit centimes imposée de mil huit cent vingt à mil huit cent trente quatre, et la somme de six cent huit florins soixante sept cents, soit douze cent quatre vingt six francs soixante dix sept centimes pour charges imposées de mil huit cent trente quatre à mil huit cent cinquante quatre inclusivement;

» Le mari y autoriser son épouse à ester en justice, sinon l'y voir autoriser à cette fin d'office, et tous s'y voir et entendre condamner à payer à ma requérante :

» 1° La somme de cent trente un florins, quatre vingt seize cents, soit deux cent soixante dix neuf francs vingt huit centimes, et

» 2° Celle de six cent huit florins soixante sept cents, soit douze cent quatre vingt six francs, soixante dix sept centimes, l'un et l'autre des chefs sus énoncés avec les intérêts judiciaires, les frais et dépens du procès, entendre dire que le jugement sera exécutoire par provision, nonobstant appel ou opposition et sans caution.

» Évaluant la valeur du présent litige à deux mille cinq cents francs, conclusions fondées sur l'exposé fait ci-dessus, la réalité et l'exigibilité de la dette, le refus de paiement, les lois de la matière et tous moyens réservés; se réservant la requérante tous ses autres droits, et spécialement ceux pour les dyckschotten échus depuis mil huit cent cinquante quatre. Maître Mintjens s'étant constitué pour les défendeurs.

» La cause ayant été introduite, à l'audience fixée du trente novembre mil huit cent cinquante cinq, fut successivement remise pour être plaidée à une audience ultérieure;

» Entre temps et le vingt cinq novembre mil huit cent cinquante six, les défendeurs firent, par acte de l'huissier De Coninck, enregistrer, notifier les conclusions suivantes :

» Revu l'exploit de citation introductive d'instance ainsi que leur écrit de sommation en communication de pièces, en date du quinze mai dernier, vu les pièces leur communiquées par la demanderesse partie Dillen, les défendeurs sous toutes réserves que de droit et sans aucune reconnaissance préjudiciable disent et font observer :

» *A*. Que suivant l'article *b* du décret impérial du vingt trois avril mil huit cent sept, ordonnant entre autres dispositions que les propriétaires du polder de Schelle feraient construire à leurs frais une digue d'hiver et réparer et mettre en état celles déjà existantes, le recouvrement des rôles de répartition des sommes nécessaires au paiement des travaux des constructions d'entretien et de réparation dressés sous la surveillance du préfet et rendus exécutoires par lui devait s'opérer de la même manière que celui des contributions publiques ;

» Que d'après l'article sept dudit décret, toutes les contestations relatives au recouvrement des rôles, aux réclamations des individus imposés et à la confection des travaux, devaient être portées au conseil de préfecture sauf le recours au conseil d'État ;

» Que ces dispositions ne sont que l'exécution des articles trois et quatre de la loi du quatorze floréal an onze et que les principes consacrés par cette loi ont plus tard reçu leur application dans la loi du seize septembre mil huit cent sept, sur le défrichement des marais et le décret impérial contenant réglement sur l'administration des polders, du onze janvier mil huit cent onze.

» Qu'aux termes de l'exploit de citation, susvisé, les défendeurs sont attraits en justice en paiement de leur prétendue quote part, en leur qualité de propriétaires de quatre hectares vingt un ares soixante centiares de terres labourables, situées au polder de Schelle, dans les frais d'entretien dudit polder pour les années mil huit cent vingt à mil huit cent cinquante quatre ;

» Qu'il suit de ce qui précède, que la présente contestation aurait dû être soumise à la décision de la députation permanente du conseil provincial d'Anvers, dont les attributions sont les mêmes que celles des anciens conseils de préfecture et que, partant, c'est à tort qu'elle a été portée devant le tribunal de céans ;

» Par ces motifs plaise au tribunal se déclarer incompétent et condamner là partie Dillen aux frais et dépens du procès;

» *B*. Subsidiairement. Et en ce qui concerne les époux Wouters de Jauche, et Messieurs Simon et Th. Wouters, les défendeurs font observer que les terres indiquées à l'exploit d'ajournement et à l'occasion desquelles une quote part dans les frais d'entretien du polder de Schelle leur est abusivement réclamée, ne leur appartiennent qu'en nue propriété, tandis que c'est leur mère et co-défenderesse, dame veuve Wouters qui en a l'usufruit; que par suite les contributions poldériennes dont s'agit dans l'espèce devraient, comme toutes autres, être le cas échéant, supportées par l'usufruitière susdite par application de l'article six cent huit du code civil;

» En conséquence les dits défendeurs concluent à ce qu'il plaise au tribunal déclarer la demanderesse, partie Dillen, non recevable à leur égard et les mettre hors de cause et de procès, sans frais.

» *C*. Plus subsidiairement et au fond tous les défendeurs parties Mintjens, font observer:

» Que l'arrêté préfectoral du dix sept octobre mil huit cent six, en établissant clairement la distinction entre les obligations des propriétaires des terrains situés au-dessus et celles des propriétaires des terrains situés au-dessous du niveau des eaux, avait posé le principe que les premiers ne pouvaient être assujettis à contribuer à l'entretien ordinaire des digues, non plus qu'à leur réparation ou reconstruction nécessitée par des débordements extraordinaires et autres accidents de force majeure, puisqu'ils ne pouvaient aucunement souffrir des plus grands débordements de l'Escaut et du Rupel;

» Que ce principe a été consacré par le décret impérial du vingt trois avril mil huit cent sept, avec cette modification toutefois, que pour le cas où, par accident, les eaux viendraient à se répandre sur des terrains reconnus au-*dessus* du niveau des eaux, alors lesdits terrains seraient assujettis à contribuer aux frais occasionnés pour les restaurations des digues et autres ouvrages d'art; mais pour chaque fois seulement;

» Qu'il importe peu que les terres des défendeurs aient primitivement été indiqués ou non, au plan joint audit décret, comme se trouvant au-dessous du niveau des eaux, puisque si cette indication n'était que le résultat d'une erreur matérielle, celle-ci ne pouvait avoir pour effet de priver les ayants droit du bénéfice de l'excep-

tion formulée au décret dudit jour vingt trois avril mil huit cent sept;

» Que dès cette même année mil huit cent sept, l'auteur des défendeurs a réclamé contre cette erreur matérielle qui avait eu pour résultat de le faire comprendre dans les états annuels de réparation des frais d'entretien des digues;

» Que le vingt neuf octobre mil huit cent dix huit, la députation permanente des États de la province d'Anvers, aux fins de constater si les terres dont question au procès étaient ou non sujettes à inondation, proposa à feu M. J. Wouters de commettre un géomètre à l'effet d'en faire le nivellement, moyennant par l'intéressé de supporter les frais de cette opération, si elle était en sa défaveur, et en ajoutant, qu'il était bien entendu que si, au contraire par le nouveau nivellement l'on reconnaissait que les propriétés étaient à l'abri des inondations ordinaires, ce serait à la direction du polder à supporter lesdits frais;

» Que cette offre ayant été acceptée par l'auteur des défendeurs, la députation des États a pris, à la date du huit juillet mil huit cent dix neuf, un arrêté portant que, pour mettre fin à la contestation soulevée entre la direction du polder et le réclamant J. Wouters, il était nécessaire de faire procéder à un nivellement, pour connaître, quelles étaient les terres qui, en cas de rupture des digues pourraient être submergées et commit à cet effet le sieur Fransen, géomètre du cadastre, que, quoique le procès-verbal dressé par ledit géomètre ait établi que ce ne serait qu'en cas de rupture des digues et, dans la supposition où les marées extraordinaires atteindraient la hauteur qu'elles avaient eue en mil sept cent quatre vingt douze et mil huit cent huit; que les parties les plus basses des propriétés dont question au procès seraient submergées de trente deux à cinquante centimètres sur une superficie de quatre hectares vingt cinq ares, la députation permanente rejeta néanmoins par une erreur inconcevable et par arrêté du six mai mil huit cent vingt, la réclamation du sieur Wouters contre sa cotisation au rôle de répartition des frais d'entretien du polder de Schelle;

» Que ledit sieur Wouters ayant renouvelé cette réclamation, l'administration supérieure du Waterstaet prescrivit en mil huit cent vingt six, un nouveau et rigoureux nivellement, lequel opéré par les soins de M. l'ingénieur Vandevelde eut pour résultat de confirmer les appréciations faites en mil huit cent dix neuf;

» Que cependant aucune décision nouvelle ne fut alors prise par l'autorité administrative, et ce ne fut que le dix sept juin mil huit cent trente quatre que la députation des États de la province d'Anvers rapporta l'arrêté du six mai mil huit cent vingt, lequel comme dit est, ci-dessus, était défavorable aux prétentions de l'auteur des défendeurs;

» Que par cet arrêté du dix sept juin mil huit cent trente quatre, il a été formellement décidé que les terres dont question au procès, cesseraient d'être comprises dans la répartition annuelle des frais d'entretien du polder de Schelle, sous la réserve qu'en cas de rupture des digues et d'inondations d'une partie desdites terres, elles seraient assujetties à contribuer pour la dépense qui en résulterait; et ce, en proportion de la superficie submergée;

» Que c'est par suite de cette décision, laquelle les défendeurs devaient croire de nature à mettre fin à toute contestation, que l'association du polder de Schelle s'étant à la date du quatre avril mil huit cent quarante deux, permis de faire assigner devant le tribunal de céans, la défenderesse douairière Wouters en paiement de neuf cent soixante dix huit francs quatre vingt onze centimes, pour sa cotisation dans les contributions poldériennes pour les années mil huit cent vingt à mil huit cent quarante un, M. le gouverneur de la province d'Anvers, fit le vingt neuf décembre mil huit cent quarante deux connaître à ladite défenderesse qu'à la date du huit novembre précédent, il avait engagé M. le commissaire de l'arrondissement d'Anvers à inviter la direction du polder de Schelle à cesser toutes poursuites;

» Qu'en effet l'action ainsi intentée à la défenderesse veuve Wouters fut alors abandonnée, et ce n'est qu'après un silence de plus de treize années que la direction susdite a jugé convenable de faire renaître une prétention déjà condamnée à différentes reprises par la seule autorité compétente, à savoir par l'autorité administrative;

» Par ces motifs et sous les réserves qui précèdent, les défendeurs, partie Mintjens, concluent à ce qu'il plaise au tribunal déclarer la demanderesse, partie Dillen, non fondée dans son action, lui faire défense et inhibitions expresses de porter dorénavant les défendeurs, du chef de terres dont question au procès, sur aucun rôle de répartition de dépenses d'entretien du polder, dont elle a la direction et la condamner à tous les frais et dépens;

» Par acte du même huissier De Coninck, du vingt six décembre mil huit cent cinquante six, enregistré, la demanderesse répondit sous toutes réserves, aux dites conclusions du vingt cinq novembre dernier;

» *A*. Que les dyckschotten constituent non des impôts publics ou administratifs, mais des charges réparties entre associés ayant un intérêt privé commun, conséquemment des droits civils tenant aux rapports privés et soumis à la juridiction des tribunaux, en vertu de l'article quatre vingt douze de la Constitution belge.

» Qu'à la vérité c'est l'administration poldérienne qui sous le contrôle de la députation permanente répartit les cotisations proportionnellement aux revenus des co-intéressés mais qu'il n'en appartient pas moins aux tribunaux de statuer sur le fond, sur l'existence, sur la validité de la créance et d'examiner, conformément à la loi, si tels et tels héritages peuvent être assujettis aux charges poldériennes ou dispensés d'y contribuer; qu'il suit de là que la compétence des tribunaux en la matière, n'est pas douteuse et qu'elle a été reconnue, du reste, par l'autorité administrative elle-même, (décision du ministre des travaux publics du vingt cinq mars mil huit cent cinquante quatre);

» *B*. Que la demanderesse ne s'oppose pas à la mise hors de cause des époux Wouters de Jauche et de MM. Simon et Théodore Wouters, pourvu que la douairière Wouters d'Aguilar reste responsable;

» *C*. Au fond, attendu que le plan de l'ingénieur Mengin ayant acquis force de loi, peut seul, jusqu'à ce que le pouvoir législatif le rapporte ou le modifie, servir de guide dans l'examen des réclamations relatives à la question de savoir si la contribution peut ou non être exigée de tels ou de tels propriétaires;

» Qu'au surplus la première partie de l'arriéré soit deux cent soixante dix neuf francs vingt huit centimes, incombe à la partie défenderesse en vertu des rôles arrêtés et rendant exécutoires par l'autorité compétente antérieurement à l'exemption que la députation permanente a, par arrêté du dix sept juin mil huit cent trente quatre essayé de conférer à son auteur; que même en supposant gratuitement cette exemption légale et efficace, on ne saurait, comme l'a reconnu la députation elle-même dans sa délibération susdite, lui imprimer effet rétroactif;

» Quant à la seconde partie, que sortant de ses attributions, méconnaissant la seule base d'appréciation que la loi eût consacrée, savoir le plan Mengin, et se promettant ainsi de détacher de l'association poldérienne des terres que le décret impérial de mil huit cent sept y avait souverainement et irrévocablement comprises, la députation a violé expressément ledit décret;

» Que dans cet état de choses l'article cent sept de la constitution impose aux tribunaux le devoir de ne pas avoir égard à la décision prérappelée du dix sept juin mil huit cent trente quatre, et de statuer sur le litige comme si elle n'existait pas.

» A ces causes, la demanderesse persiste dans les fins de l'ajournement, avec dépens;

» Par acte dudit huissier De Coninck du quatre avril dernier enregistré, les défendeurs firent notifier les conclusions additionnelles ainsi conçues :

» Revu les conclusions plus subsidiairement prises par leur écrit du vingt quatre novembre mil huit cent cinquante cinq, les défendeurs pour le cas inattendu où tous les moyens par eux développés pour repousser la demande de la partie Dillen seraient rejetés par le tribunal, déclarent vouloir opposer à cette dite demande, la prescription quinquennale établie par l'article deux mille deux cent soixante dix sept du code civil;

» Persistant pour le surplus, les défendeurs dans leurs conclusions précédemment prises et notifiées;

La demanderesse, persistant dans ses conclusions antérieures, et sous le bénéfice des mêmes réserves en réponse aux dernières conclusions des défendeurs, fit, par acte du prénommé huissier De Coninck du sept avril dernier, enregistré, notifier celles dont la teneur suit :

» Que la disposition exceptionnelle de l'article deux mille deux cent soixante dix sept du code civil, invoquée par les défendeurs, ne s'applique qu'aux arrérages, pensions, loyers et intérêts et à tout ce qui est payable par année ou à des termes périodiques plus courts;

» Qu'aucune de ses dispositions ne s'applique aux dyckschotten, dont le paiement est réclamé;

» A ces causes, la demanderesse conclut à ce qu'il plaise au tribunal déboutant encore les défendeurs de cette exception très-sub-

sidiaire, allouer à la demanderesse ses conclusions introductives d'instance;

» A l'audience du dix huit avril dernier, après que les avocats des parties eurent longuement développé leurs moyens et conclusions et le vingt cinq avril suivant, le tribunal après avoir entendu le ministère public, en la personne de M. Eeckman, substitut procureur du roi, ordonna le dépôt des pièces sur le bureau, et prononça le trente mai mil huit cent cinquante sept, le jugement dont la teneur suit :

» Jugement. — Revu les exploits introductifs d'instance par lesquels l'association du polder de Schelle demande aux défendeurs le paiement de la somme de deux cent soixante dix neuf francs vingt huit centimes pour charges leur imposées de mil huit cent vingt à mil huit cent trente quatre et la somme de mille deux cent quatre vingt six francs soixante dix sept centimes pour charges leur imposées de mil huit cent trente quatre à mil huit cent cinquante quatre sur quatre hectares, vingt un ares, soixante centiares de terres labourables sises audit polder;

» Considérant que, tant d'après le plan local dressé par l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Mengin, que d'après le décret du vingt trois avril mil huit cent sept, ces quatre hectares, vingt un ares, soixante centiares sont situés au-dessous du niveau des eaux de l'Escaut de l'embouchure du Rupel et du Benedevliet;

« Qu'un nivellement fait en mil huit cent dix neuf, par le géomètre du cadastre Fransen et un nouveau nivellement fait en mil huit cent vingt huit, par l'ingénieur des ponts et chaussées Vandevelde, constatent l'un et l'autre qu'en cas de rupture des digues et dans la supposition que les marées atteignent la hauteur qu'elles ont eue en mil sept cent quatre vingt douze et mil huit cent huit, les propriétés des défendeurs seraient submergées de trente deux à cinquante centimètres sur une superficie de quatre hectares vingt cinq ares; que ces deux nivellements ne constatent donc pas que ces terres soient au-dessus des eaux de la mer, mais bien qu'en cas de marées extraordinaires, elles sont au-dessous du niveau des eaux, et partant sujettes à inondation et par une conséquence ultérieure qu'il n'est pas juste de soutenir qu'une erreur matérielle se soit glissée dans la carte topographique de l'ingénieur Mengin, lorsqu'il

a porté sur cette carte, quatre hectares vingt un ares soixante centiares de terres appartenant aux défendeurs, comme se trouvant au-dessous du niveau des eaux de l'Escaut, de l'embouchure du Rupel et du Benedevliet, à moins qu'on fasse une distinction;

» Considérant que le décret du vingt trois avril mil huit cent sept, en parlant du niveau des eaux ne fait pas de distinction entre le niveau des eaux des marées ordinaires et le niveau des eaux des marées extraordinaires, qu'on ne peut donc non plus admettre cette distinction pour dire que le plan de l'ingénieur Mengin blesse les principes d'équité posés à l'article premier du décret de mil huit cent sept, d'après lesquels ne doivent être tenus aux frais de construction et d'entretien des digues que ceux dont les propriétés sont protégées par ces digues, parce qu'il a porté sur la carte les propriétés en question, quoiqu'elles seraient seulement assujetties aux inondations des marées extraordinaires;

» Considérant d'ailleurs que, s'il était vrai qu'une erreur se serait glissée dans le plan local annexé au décret, encore ce décret ne pourrait-il être rapporté ou modifié que par un règlement de l'autorité supérieure ou par une mesure du pouvoir législatif qui n'existent pas jusqu'à présent;

» Que dès lors les défendeurs n'ont pu s'exempter ni être exemptés de payer les charges qui leur ont été imposées depuis l'émanation du décret du vingt trois avril mil huit cent sept;

» Considérant que les défendeurs opposent en vain à la demande en paiement des sommes demandées, la prescription autorisée par l'article deux mille deux cent soixante dix sept du code civil, puisqu'il ne s'agit pas dans l'espèce d'arrérages de rentes, de pensions alimentaires, de loyers de maisons et de prix de ferme des biens ruraux ni d'intérêts de sommes prêtées et généralement de tout ce qui est payable par année ou à des termes périodiques plus courts; mais au contraire du remboursement de sommes capitales formant le prix des travaux effectués qui varient suivant la nécessité et la nature des ouvrages que la direction du polder a été obligée de faire exécuter ;

Par ces motifs :

» Le tribunal entendu Monsieur Eeckman, substitut procureur du roi en son avis conforme et rejetant toutes les fins contraires, condamne la partie Mintjens à payer à la partie Dillen, la somme

globale de quinze cent cinquante six francs cinq centimes, savoir : la dame Catherine-Joséphine-Caroline de Aguilar, douairière de Jacques Wouters au paiement de toutes les redevances devenues exigibles pendant la durée de son usufruit, et conjointement ladite dame et les autres défendenrs au paiement de celles qui sont échues depuis l'année mil huit cent vingt jusqu'au décès du sieur Jacques Wouters, les condamne aux intérêts judiciaires de ladite somme, ainsi qu'aux dépens, tant du jugement sur la compétence qu'à ceux du présent jugement taxés à deux cent soixante douze francs, quatre vingt dix centimes.

» Ainsi fait et prononcé à l'audience publique du samedi trente mai mil huit cent cinquante sept, présents, Messieurs Hermans président, chevalier de l'ordre de Léopold, Colins, De Broey, juges, Eeckman, substitut procureur du roi, De Croon, commis greffier, (signé) Norbert Louis Hermans, M. De Croon;

» Enregistré à Anvers le quinze juin mil huit cent cinquante sept, volume deux cent soixante deux, folio cent cinquante cinq, recto case quatre; reçu vingt francs vingt huit centimes, pour principal et additionnels; (Signé) Denis :

» Mandons et ordonnons à tous huissiers sur ce requis, de mettre le présent jugement à exécution, à nos procureurs généraux et à nos procureurs près les tribunaux de première instance d'y tenir la main, à tous commandants et officiers de la force publique de prêter main forte, lorsqu'ils en seront légalement requis.

» En foi de quoi le présent jugement a été scellé du sceau du tribunal.

Pour expédition,
Le greffier,
(Signé) T.-L. GEUDENS.

» Enregistré vingt sept rôles à Anvers, le cinq août 1800 cinquante sept, vol. 263,96 c. 7 reçu pour

droit d'enregistrement	12,74
et pour droit de greffe	46,44
Ensemble cinquante neuf francs dix huit centimes . .	59,18

Pour principal et additionnels.

Le receveur,
(Signé) DENIS.

» Soit le jugement qui précède notifié à maître Mintjens, avoué, à Anvers, et ce, à telles fins que de droit.

Anvers, le 10 août 1857.
(Signé) DILLENS, avoué.

» Notifié et laissé copie tant de l'acte qui précède et du jugement y mentionné, que du présent à maître Mintjens avoué, étant en son domicile à Anvers et y parlant à sa servante, par moi soussigné huissier audiencier près le tribunal de première instance, séant à Anvers y domicilié et patenté.

» Dont acte fait à Anvers le dix août 1800 cinquante sept. Coût un franc 55 centimes.

(Signé) J. DE CONINCK, huissier.

» Enregistré à Anvers, le onze août 1857, vol. 213, folio 118, v° case 8; reçu cinquante cinq centimes, en principal et additionnels. »

Le receveur,
(Signé) DENIS.

NOUS LÉOPOLD PREMIER, ROI DES BELGES.

A tous présents et à venir faisons savoir :

La cour d'appel séant à Bruxelles, première chambre, a rendu l'arrêt suivant :

» En cause de la douairière de Aguilar veuve de Jacques Wouters, propriétaire; Simon Wouters, propriétaire domicilié à Beckerzeele, arrondissement de Bruxelles; Théodore Wouters, particulier domicilié à Bruxelles; Jeanne Wouters épouse dûment autorisée et assistée d'Alexandre Wouters, bourgmestre de la commune de Blaesvelt, y domiciliés; co-intéressés, appelants de deux jugements du tribunal de première instance d'Anvers du trente mai 1800 cinquante sept, représentés par Me Mahieu avoué, plaidant Me Duvigneaud, avocat.

Contre :

» L'association du polder de Schelle, ayant son siége et ses bureaux à Schelle, agissant aux poursuites et diligences de M. Corneille Delaet, dyckegraef dudit polder, domicilié à Niel; Égide

Nauvelaert, rentier et François de Rouck cultivateur, commissaires des adhérités dudit polder, domiciliés à Schelle et de Charles-Joseph Elebaers, secrétaire communal à Hemixem, trésorier secrétaire de ladite association domicilié à Hemixem, intimée représentée par M[e] Montel, avoué, plaidant M[es] Vervoort et Woeste, avocats.

» L'association du polder de Schelle, intimée devant la cour a fait assigner les appelants devant le tribunal de première instance d'Anvers, par exploits des huissiers Rombauts de Bruxelles et Bal de Malines, des dix neuf et vingt un novembre 1800 cinquante sept, enregistrés pour s'entendre condamner à lui payer : 1° la somme de cent trente six florins nonante six cents, soit deux cent septante neuf francs vingt huit centimes et 2° celle de six cent huit florins soixante sept cents, soit de mille deux cent quatre vingt six francs septante sept centimes avec les intérêts judiciaires, les frais et dépens du procès avec exécution provisoire du jugement. La demanderesse évaluant son action à deux mille cinq cents francs. Cette action était fondée sur ce que la loi du 14 floréal an XI porte qu'il sera pourvu à l'entretien des polders de la manière prescrite par les règlements d'administration publique ; sur ce que le décret du vingt trois avril 1800 sept, l'octroi constitutif du polder de Schelle oblige les propriétaires de ce polder à construire à leurs frais, une digue d'hiver et charge le préfet d'arrêter les rôles et de les rendre exécutoires ; sur ce que l'article 1[er] de l'arrêté préfectoral du 17 octobre 1806 n'exempte de la contribution aux frais d'entretien des digues et autres ouvrages exécutés contre les eaux du Rupel et de l'Escaut, que les propriétaires de terrains situés au-dessus du niveau déterminé par une ligne tracée sur le plan de M. Mengin, ingénieur des ponts et chaussés et que l'article 1[er] du décret précité du vingt trois avril 1800 sept se réfère également au rayon tracé sur le plan du même ingénieur Mengin, plan annexé au décret ; sur ce que les cités (les apppelants) sont propriétaires de quatre hectares, vingt un ares, soixante centiares de terres labourables situées au polder de Schelle, marquées au plan cadastral, s[on] *A*, n[os] 496, 497, 498*a*, 501*a*, 502, 503, 504*a*, 505, 506, 507, 508 aboutissant au nord à la parcelle n° 517, appartenant à Fiocco B.-J.-J. ou héritiers, au sud à la rue dite Laerdyck, à l'est le chemin appelé Maegeleg, que cette propriété comprise dans le rayon

tracé sur le plan précité, se trouve dans la catégorie des terres soumises à la contribution ; et sur ce que les cités doivent à la requérante du chef de charges imposées conformément aux rôles arrêtés par l'association poldérienne et rendus exécutoires par la députation permanente du conseil provincial d'Anvers, à savoir la somme de cent trente un florins quatre vingt seize cents, soit deux cent soixante dix neuf francs vingt huit centimes, imposées de dix huit cent vingt à 1800 trente quatre et la somme de six cent huit florins soixante sept cents, soit douze cent quatre vingt six francs soixante dix sept centimes pour charges imposées de 1800 trente quatre à 1800 cinquante quatre inclusivement.

» Les défendeurs aujourd'hui appelants firent signifier, le vingt cinq novembre 1800 cinquante six, des conclusions par lesquelles ils opposèrent d'abord à la demande une exception d'incompétence, soutenant qu'elle rentrait dans les attributions de l'autorité administrative.

» Au fond subsidiairement, les époux Wouters, M. Simon Wouters et M. Théodore Wouters y demandèrent leur mise hors de cause comme n'étant que nu propriétaires des propriétés dont il s'agit. Plus subsidiairement, ils conclurent avec la douairière Wouters à ce que la partie demanderesse fût déclarée non fondée dans son action, qu'il lui fût fait défense et inhibition expresses de porter dorénavant les défendeurs du chef des terres dont il est question au procès sur aucun rôle de répartition de dépenses d'entretien du polder dont elle a la direction, avec dépens. Ces conclusions avaient été signifiées le vingt cinq novembre 1800 cinquante six.

» La partie demanderesse fit signifier le vingt six décembre suivant des conclusions par lesquelles elle persista dans les fins de l'exploit introductif d'instance.

» Le quatre avril 1800 cinquante sept les défendeurs signifièrent un écrit additionnel par lequel ils déclarèrent, pour le cas inattendu où tous leurs autres moyens seraient rejetés, vouloir invoquer la prescription quinquennale de l'article 2277 du code civil.

» La partie demanderesse répondit par un écrit signifié le sept du même mois. La cause fut plaidée le dix huit avril dito.

» Le trente mai suivant, il intervint un premier jugement par lequel le tribunal, après avoir entendu le ministère public, se déclara

compétent pour examiner ultérieurement la cause et réserva de statuer sur les dépens par le jugement au fond.

» Les parties ayant plaidé au fond en même temps que sur l'exception d'incompétence et ayant maintenu pour le cas de rejet de cette exception leurs conclusions ci-avant rappelées, la cause se représenta en cet état après le jugement qui précède, et le tribunal y statua, le ministère public entendu ledit jour, trente mai 1800 cinquante sept par un jugement par lequel rejetant toutes les fins contraires il condamna la partie défenderesse (les appelants devant la cour) à payer à la partie demanderesse la somme globale de quinze cent cinquante six francs cinq centimes, savoir : la dame Catherine-Joséphine-Caroline De Aguilar douairière de Jacques Wouters au paiement de toutes les redevances devenues exigibles pendant la durée de son usufruit et conjointement ladite dame et les autres défendeurs au paiement de celles qui sont échues depuis l'année 1800 vingt jusqu'au décès du sieur Jacques Wouters, les condamna aux intérêts judiciaires de ladite somme ainsi qu'aux dépens tant du jugement sur la compétence qu'à ceux du présent jugement.

» Ce jugement fut également enregistré à Anvers sur minute le quinze juin 1800 cinquante sept et sur expédition le cinq août suivant.

» La douairière Wouters, les sieurs Simon et Théodore Wouters et les époux Alex. Wouters-Wouters ont interjeté appel desdits jugements du 30 mai 1800 cinquante sept, rendus, l'un sur la compétence, l'autre sur le fond.

» Cet appel fut interjeté par exploit du quatorze août 1800 cinquante sept enregistré et contenant assignation et constitution d'avoué pour les appelants en la personne de Me Mahieu.

» L'association du polder de Schelle constitua pour son avoué Me Montel. La cause fut introduite à la cour sous le n° 9659 du rôle général, distribuée à la première chambre et reconnue ordinaire.

» Les qualités ayant été déposées contradictoirement à l'audience du six février 1800 cinquante huit, la cause fut ultérieurement portée au rôle pour être plaidée.

» Elle fut retenue en ordre utile à l'audience du dix neuf novembre 1800 cinquante un, à laquelle les plaidoiries furent commencées. Me Mahieu pour les appelants, conclut à ce qu'il plaise à

la cour mettre à néant le premier des deux jugements dont appel, qui a statué sur l'exception d'incompétence, en la rejetant émendant, dire que le pouvoir judiciaire était incompétent pour statuer sur les difficultés et les contestations qui existaient entre parties, mettre par suite au néant, comme incompétemment rendu le deuxième de ces jugements qui a statué au fond. Et, pour le cas où le premier desdits jugements serait maintenu, mettre tout au moins au néant le deuxième de ces jugements, émendant, dire que c'est à tort que le premier a déclaré les appelants tenus de contribuer à raison de quatre hectares, vingt un ares, soixante centiares de terre à Schelle, aux frais de construction de réparation et d'entretien de la ligne de ce nom et qu'elle les a condamnés à payer à l'intimée la somme globale de quinze cent cinquante six francs cinq centimes pour redevances échues depuis 1800 vingt jusqu'en 1800 cinquante quatre, avec les intérêts judiciaires et les dépens, dire que les appelants ne sont pas tenus à cette contribution; les décharger par suite des condamnations prononcées contre eux de ce chef; condamner l'intimée aux dépens des deux instances, ordonner la restitution de l'amende consignée.

» Me Montel conclut, pour l'association du polder de Schelle, sur l'exception d'incompétence à ce qu'il plaise à la cour déclarer l'appel mal fondé, avec amende et dépens et au fond, à ce qu'il plaise à la cour déclarer l'appel mal fondé, le mettre à néant, rectifier le dispositif du jugement *a quo* en ce sens que le montant des cotisations poldériennes à payer par les appelants et s'élevant de 1800 vingt à 1800 cinquante quatre à la somme de quinze cent soixante six francs cinq centimes est dû par eux comme propriétaires des terrains situés dans le polder de Schelle et portant non pas les nos 496, 497, 498*a*, 501*a*, 502, 503, 504*a*, 506, 507, 508, mais les nos 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 213, 214, 215, 216, 227, 231, 232, lesquels derniers terrains ont une contenance de quatre hectares, cinquante cinq ares, trente neuf centiares, et vu l'article 464, du code de procédure civile, condamner les appelants au paiement des cotisations poldériennes échues depuis l'an 1800 cinquante quatre jusqu'en 1800 soixante un inclusivement, soit la somme de cent cinquante un francs en tout dix sept cent dix sept francs soixante neuf centimes avec les intérêts judiciaires; condamne les appelants à l'amende et aux dépens.

» Les plaidoiries furent continuées et terminées à l'audience du lendemain vingt novembre.

» M. le premier avocat général Corbisier fut entendu en son avis, à l'audience du vingt-deux janvier 1800 soixante-deux et la cour, après avoir tenu la cause en délibéré rendit, en son audience publique du douze février 1800 soixante-deux, l'arrêt suivant :

» Attendu que la demande formée par l'administration du polder de Schelle a pour objet de faire fixer le montant des cotisations poldériennes qu'elle prétend être dues par les appelants ;

» Attendu qu'aux termes des dispositions légales sur la matière et spécialement de celles du décret impérial du vingt-trois avril 1800 sept, articles 6 et 7, concernant ce polder; de la loi du 16 septembre 1807, article 23 et suivant ; du décret du onze janvier 1800 onze, article 42 et de la loi du 28 pluviôse an VIII, article IV, § 1 , l'autorité administrative est seule compétente pour statuer sur pareille demande.

» Attendu qu'il n'a été dérogé aux principes consacrés par ces diverses dispositions ni par la loi fondamentale du ci-devant royaume des Pays-Bas, ni par la Constitution belge ;

» Qu'il suffit de combiner les articles 165, 187, 215 et suivants de ladite loi fondamentale pour se convaincre que les contestations relatives à l'assiette et à la répartition des impôts ou des cotisations qui leur sont assimilées, n'ont aucun rapport avec les droits civils dont s'occupe ledit article 165 et que par suite la décision de ces contestations reste exclusivement dévolue à l'autorité administrative;

» Attendu que c'est également en ce sens que l'on doit entendre la disposition de l'art. 92 de la Constitution belge ; que la discussion dont cet article a été l'objet au sein de la section centrale, démontre en effet que le congrès a voulu laisser au législateur ordinaire le soin de règler le mode de décider les contestations en matière d'impôt, et a ainsi virtuellèment décrété le maintien des lois relatives à cet objet jusqu'à ce qu'il y fut autrement pourvu ; qu'au surplus l'art. 113 de la même Constitution porte en termes exprès qu'il n'est rien innové au régime actuellement existant des polders et des wateringues, lequel reste soumis à la législation ordinaire.

» Par ces motifs, la cour, ouï M. le premier avocat général Corbisier et conformément à son avis, recevant l'appel et y faisant droit, dit que le premier juge était incompétent pour statuer sur le

différend entre les parties ; met en conséquence au néant les jugements dont appel; condamne l'association intimée aux dépens des deux instances; ordonne la restitution de l'amende consignée.

» Les dépens de première instance, sont taxés à deux cent cinquante-six francs, septante-sept centimes.

» Les dépens d'appel sont taxés à deux cent quatre-vingt huit francs seize centimes, non compris le coût ni la signification du présent arrêt.

» Ainsi jugé et prononcé à l'audience publique de la cour d'appel séant à Bruxelles, le 12 février 1800 soixante-deux où étaient présents MM. De Page, premier président; Vanden Eynde, De Branteghem, Gérard, Corbisier de Méaultsart, conseillers; E. Corbisier, premier avocat général, Wouters, greffier.

» Était signé à la minute : F. De Page, Wouters.

» Mandons et ordonnons, à tous huissiers à ce requis de mettre ledit arrêt à exécution ; à nos procureurs généraux et à nos procureurs près les tribunaux de première instance d'y tenir la main ; à tous commandants et officiers de la force publique d'y prêter main-forte, lorsqu'ils en seront légalement requis. En foi, de quoi le présent arrêt a été signé et scellé du sceau de la cour. Pour expédition conforme : Le greffier en chef.

(Signé) W. De Roissart.

Cour de cassation.

« Arrêt. — Sur le moyen unique déduit de la contravention aux articles 30, 92 et 198 de la Constitution, en ce que la contestation relative à la répartition des cotisations entre les propriétaires d'un polder a pour objet un droit civil, et, par suite, est exclusivement du ressort des tribunaux ;

» Attendu que l'action formée par l'association demanderesse, devant le tribunal civil d'Anvers, tendait à faire fixer le montant de la part contributive des défendeurs dans la dépense des travaux d'entretien concernant le polder de Schelle ;

» Attendu que les travaux de cette nature n'intéressent pas seulement les propriétaires des terres endiguées; qu'à cet intérêt privé

sont liés des intérêts généraux dont les lois ont confié le soin à l'administration publique;

» Attendu que le décret du 23 avril 1807, qui reconstitue le polder de Schelle, vise, dans son préambule, la loi du 14 floréal an XI, et reproduit, dans les conditions de l'octroi, les articles 3 et 4 de cette loi, ainsi conçus :

« Art. 3. Les rôles de répartition des sommes nécessaires au » paiement des travaux d'entretien, réparation ou reconstruction » seront dressés sous la surveillance du préfet, rendus exécutoires » par lui, et le recouvrement s'en opérera de la même manière que » celui des contributions publiques; »

« Article 4. Toutes les contestations relatives au recouvrement » de ces rôles, aux réclamations des individus imposés et à la con- » fection des travaux seront portés devant le conseil de préfecture, » sauf le recours au gouvernement qui décidera en conseil d'État; »

» Attendu que la loi du 16 septembre 1807, par son article 26, en mettant l'entretien et la garde des travaux à la charge des propriétaires, ordonne que le genre et l'étendue des contributions nécessaires pour subvenir aux dépenses seront fixés par des règlements d'administration publique;

» Attendu qu'il résulte de ces diverses dispositions mises en rapport avec les articles 2 de la loi du 14 floréal an XI, et 33 de la loi du 16 septembre 1807, que les propriétaires des polders sont tenus de pourvoir aux frais d'entretien, de réparation ou de reconstruction, non en vertu d'un contrat ou d'un quasi-contrat, comme le soutient l'association demanderesse, mais en vertu de la loi, qui leur impose cette charge à titre de contribution, et en les soumettant aux règlements à prendre par l'autorité compétente; que les contestations relatives à la répartition de cet impôt n'ont donc pas pour objet des droits civils proprement dits, et doivent comme toutes les réclamations qui concernent les contributions directes, être portées devant l'autorité administrative;

» Attendu que les principes consacrés par les lois prémentionnées sont demeurés en vigueur sous la loi fondamentale de 1815;

» Attendu que l'article 113 de la Constitution, après avoir statué, que, hors les cas formellement exceptés par la loi, aucune contribution ne peut être exigée des citoyens qu'à titre d'impôt au profit de l'État, de la province ou de la commune, ajoute : « il n'est rien

innové au régime actuellement existant des polders et des wateringues, lequel reste soumis à la législation ordinaire; »

» Attendu que cette disposition prouve, par ses termes comme par la place qu'elle occupe, que la Constitution a voulu conserver aux cotisations dont il s'agit le caractère qui leur a été attribué par les lois du 14 floréal an XI et du 16 septembre 1807;

» Attendu que si, en l'absence d'un conseil d'État, le recours contre les décisions de la députation permanente de la province ne peut être exercé conformément à l'art. 4 de la loi du 14 floréal an XI, cette circonstance ne peut changer la nature de la contestation soulevée par l'administration demanderesse;

» Attendu qu'il suit de ce qui précède que l'arrêt attaqué, en décidant que le tribunal civil d'Anvers était incompétent pour connaître de la demande formée par l'association du polder de Schelle contre les défendeurs, a fait une juste application des lois sur la matière, et n'a pas contrevenu à l'art. 92 de la Constitution;

» Par ces motifs, la cour, ouï M. le conseiller Van Hoegaerden, en son rapport et sur les conclusions conformes de M. Leclercq, procureur général, rejette le pourvoi.. . » (Du 8 mai 1863. Plaid. MM. Dolez et Woeste C., De Becker et Duvigneaud).

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, Salut.

Vu l'arrêté de la députation permanente du conseil provincial d'Anvers, en date du 6 mai 1820, qui écarte comme mal fondée la réclamation qu'un sieur Wouters, propriétaire à Bruxelles, avait élevée contre sa cotisation au rôle de répartition des frais pour l'entretien du polder de Schelle et décide que le reclamant devra continuer à contribuer aux frais d'entretien de ce polder pour une contenance de 4 hectares 25 ares;

Vu l'arrêté du même collége, en date du 17 juin 1834, qui rapporte l'arrêté prérappelé et décide que les terres ayant appartenu au prédit sieur Wouters cesseront d'être comprises dans la répartition dont s'agit, sauf dans le cas et dans la proportion indiquée dans son article 3;

Vu la requête de la direction du polder de Schelle, du 19 juin 1851, tendante à ce qu'il Nous plaise annuler l'arrêté du 17 juin

1834 et déclarer que la famille Wouters est tenue de contribuer aux frais d'entretien des digues et autres ouvrages d'art du polder, non-seulement pour 4 hectares 25 ares, ainsi que le prescrivait l'arrêté du 6 mai 1820, mais bien pour toute l'étendue des terrains que cette famille possède en dedans de la ligne tracée au plan annexé au décret du 23 avril 1807;

Vu la requête présentée par le notaire Portaels, de Bruxelles, au nom de la famille Wouters, qui demande qu'il Nous plaise écarter la réclamation de la direction du polder comme non recevable ou mal fondée et maintenir, à tous égards, l'arrêté de la députation permanente du 17 juin 1834;

Vu l'art. 7 du décret impérial du 23 avril 1807, constitutif du polder de Schelle, qui dispose que toutes les contestations relatives au recouvrement des rôles, aux réclamations des individus imposés et à la confection des travaux, seront portées au conseil de préfecture, sauf le recours au conseil d'État, ainsi que l'art. 4 de la loi du 14 floréal au XI, d'où résulte que toutes les contestations relatives au recouvrement des rôles de répartition des sommes nécessaires aux travaux d'entretien, réparation ou reconstruction de digues et aux réclamations des individus imposés à ces rôles, devaient être portées devant le conseil de préfecture, sauf le recours au gouvernement, qui décidait en conseil d'État;

Vu l'art. 11 du décret du 22 juillet 1806, réglementaire des affaires contentieuses portées au conseil d'État, aux termes duquel le recours au conseil d'État contre la décision de toute autorité qui y ressortissait ne cessait d'être recevable que trois mois après que cette décision avait été notifiée;

Vu l'art. 113 de la Constitution, qui maintient à tous égards, en matière de polders, la législation préexistante, à laquelle il déclare ne vouloir rien innover;

Considérant qu'aux termes des dispositions rappelées ci-dessus, le recours introduit par la direction du polder de Schelle contre l'arrêté du 17 juin 1834, doit être admis comme recevable, rien ne justifiant que jusqu'à ce jour cet arrêté ait été notifié à la partie intéressée; qu'aux termes des mêmes dispositions, il ne pouvait appartenir qu'à Nous de faire droit souverainement sur les contestations que ce recours soulève, de telle sorte qu'il y a lieu de regarder comme nul et non avenu l'arrêté en 17 juin 1834, en tant

qu'aux termes de cet arrêté, la députation a rapporté celui qu'elle avait pris sur la même réclamation le 6 mai 1820;

Au fond :

Vu l'art. 1er du décret du 23 avril 1807, qui ne dispense de participer aux frais d'entretien des ouvrages définitifs du polder que les propriétaires des terrains qui, suivant le plan joint à ce décret, sont situés au-dessus du niveau des eaux de l'Escaut et de l'embouchure du Rupel et du Benede Vliet;

Vu le rapport du gouverneur de la province d'Anvers du 11 mai 1853 (n° 17189);

Vu le rapport de l'ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées dans la prédite province, en date du 20 septembre suivant (n° 2977);

Considérant qu'il résulte, tant des données fournies par le dernier de ces rapports, que des deux nivellements opérés en 1819, par le sieur Franssens, géomètre du cadastre, et en 1828, par le sieur Vandevelde, ingénieur des ponts et chaussées, qu'en cas de rupture des digues, les terres de la famille Wouters seraient submergées sur une étendue de 4 hectares 25 ares, si les eaux atteignaient la hauteur qu'elles avaient eue en 1792 et en 1808 et qu'elles ont eue ultérieurement encore en 1825 et 1842;

Considérant que, dans cet état des choses, les propriétaires de ces terrains ont incontestablement intérêt au maintien des ouvrages défensifs du polder, que cet intérêt est actuel et proportionné à l'étendue du terrain qui serait, le cas échéant, exposé à l'envahissement des eaux;

Sur la proposition de Notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. L'arrêté de la députation permanente du conseil provincial d'Anvers, en date du 17 juin 1834, est annulé.

Art. 2. L'arrêté du même collége, en date du 6 mai 1820, est confirmé; toutes prétentions contraires de la famille Wouters et de la direction du polder de Schelle sont écartées comme mal fondées.

Art. 3. En conséquence les ayants cause de feu le sieur Wouters, en son vivant propriétaire à Bruxelles, demeurent obligés à contribuer aux frais d'entretien et de réparation des ouvrages défensifs du polder de Schelle pour une étendue de 4 hectares 25 ares.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Baden, le 15 octobre 1864.

Par le roi : LÉOPOLD.

Le ministre des travaux publics,

JULES VANDERSTICHELEN.

III

Jugement proclamant le principe que même dans l'intérieur des villes, les terrains longeant les rivières navigables sont grevés, sur une longueur de 9^{m},75, *de la servitude de halage. — Jugement du 9 décembre* 1864.

« En cause de l'État belge, poursuite et diligence de M. le ministre de travaux publics, dont les bureaux et l'hôtel sont établis à Bruxelles, à la place Royale, demandeur par exploit d'ajournement en date du 6 octobre 1800 soixante-trois, enregistré, représenté par Maître Henri Liefmans, avoué licencié à Audenarde, d'une part;

» Contre 1° M. Corneille Vandertaelen, huilier, à Ideghem; 2° Mme Jeanne Vandertaelen, veuve Walkiers, sans profession, demeurant à Ninove; 3° Mme Octavie Charatte, négociante, demeurant à Grammont, en sa qualité de mère et tutrice légale de ses enfants mineurs Adolphine, Victorine, Palmyre, Clothilde, Marie et Léon Vandertaelen, nés de son mariage avec feu son mari M. Philippe-Joseph Vandertaelen, décédé à Ninove, le 5 juin 1800 soixante; 4° M. Charles Vandertaelen négociant, demeurant à Ninove; 5° M. Jean Vandertaelen, propriétaire à Ninove, tous défendeurs primitifs avec M. Pierre-Jean Vandertaelen, leur père et grand père aussi défendeur primitif, décédé à Ninove, pendant l'instance actuelle le 12 avril 1800 soixante-quatre, lesquels défendeurs (sub numeris 1 à 5) ont déclaré reprendre l'instance comme héritiers de leur dit père et grand père et sont représentés par maître Camille Acar, avoué à Audenarde, d'autre part;

» Vu la loi du 17 avril 1835;

» Vu le jugement rendu en cause, le 18 novembre 1863, enregistré et le rapport subséquent des experts;

» Vu le procès-verbal de M. Liefmans, juge-commissaire à ces fins, le tout enregistré et fait en exécution du dit jugement;

» Vu l'article 7, titre 28 de l'ordonnance de 1669 sur les eaux et forêts, devenue obligatoire en Belgique par suite du décret du 4 prairial an XIII, qui en ordonne la publication dans nos provinces;

» Vu les autres pièces du procès;

» Ouï à l'audience du vingt-trois septembre dernier le rapport de M. le juge-commissaire Liefmans susnommé, les parties en leurs moyens et conclusions et M. le substitut du procureur du roi Vanooteghem, en ses conclusions;

» Attendu que les travaux reconnus nécessaires pour l'amélioration du régime des eaux de la Dendre nécessitent l'emprise : 1° d'une maison n° 15 du plan terrier, sise à Ninove, section *B*, numéro 1374, du plan cadastral, neuvième classe, contenant en terrain bâti et non bâti deux ares, soixante-dix centiares; 2° une maison n° 16 du plan terrier, joignant la précédente à Ninove, section *B*, n° 1373 du plan cadastral, onzième classe, contenant en terrain bâti et non bâti quatre-vingts centiares; 3° un jardin n° 17 du plan terrier, de 3e classe, section *B*, n° 1372 du plan cadastral, contenant quatre ares quatre-vingts centiares, les dites trois propriétés y portées comme appartenant aux défendeurs;

» Attendu que, dans l'évalution de l'indemnité à allouer pour les biens désignés ci-dessus sous les nos 1 et 3, les experts se sont placés dans trois hypothèses différentes et ont fixé des chiffres différents pour chacune d'elles;

» Attendu qu'il s'agit avant tout d'examiner laquelle de ces hypothèses doit être admise pour servir de base à l'appréciation de la valeur des biens à exproprier; de décider, en d'autres termes, si les propriétés sont grevées de la servitude de halage et quelle est l'étendue de cette servitude; si les bâtiments ou les constructions élevés sur la lisière soumise à cette servitude, donnent lieu à indemnité ou peuvent être démolis par l'État sans rémunération aucune;

» Attendu que l'art. 7, titre 28 de l'ordonnance susrappelée du 13 août 1669 est ainsi conçu : « les propriétaires des héritages » aboutissant aux rivières navigables laisseront, le long des bords, » vingt-quatre pieds au moins de place en largeur pour chemin

» royal et trait de chevaux, sans qu'ils puissent planter arbres ni » tenir clôture ou haie plus près que trente pieds du côté que les » bateaux se tirent et dix pieds de l'autre bord; »

» Attendu que la Dendre a été rendue navigable en vertu des lettres d'octroi accordées en 1600 et quarante-trois au sieur Pierre Hennecart, bourgeois d'Ath;

» Attendu que les lettres patentes du 6 juin 1600 soixante-dix-neuf, les règlements subséquents des 12 février 1700 un, deux septembre 1700 un, vingt-sept avril et vingt-un août 1700 trois, quinze juillet 1700 huit et vingt-neuf octobre 1700 quarante-trois, qui tous concernent la navigation sur la Dendre, prouvent que cette rivière n'a pas cessé d'être navigable depuis lesdites lettres d'octroi de 1600 quarante-trois (voir Wolters, Recueil de lois, arrêtés, règlements, etc., concernant l'administration des eaux et polders de la Flandre orientale, n° 4 à 10, pages 7 à 17);

» Attendu que la servitude de halage est un droit incorporel dépendant du domaine public dont l'usage est commun à tous et qui dès lors n'est pas susceptible de prescription, aux termes de l'article 2226 du code civil, parce qu'il n'est pas dans le commerce;

» Attendu que c'est donc vainement que les défendeurs soutiennent que dans l'espèce la servitude de halage est éteinte par la prescription trentenaire qu'ils invoquent en leur faveur;

» Attendu qu'il importe peu *qu'en fait* la servitude de halage n'ait pas été exercée sur les propriétés expropriées;

» Qu'elle n'était pas moins due et que les droits de l'État se trouvant conservés par l'ordonnance, l'autorité peut les réclamer quand les besoins de la navigation l'exigent;

» Qu'établie sans indemnité la servitude a été conservée sous la même condition;

» Que cela se trouve pleinement confirmé par l'article 3 de l'ordonnance du 22 janvier 1800 huit, qui n'accorde d'indemnité qu'aux riverains des fleuves ou rivières *où la navigation n'existait pas*, ce qui n'est pas le cas pour la Dendre;

» Attendu que c'est à tort que les défendeurs soutiennent que l'ordonnance de 1600 soixante-neuf, quant aux chemins de halage et de marche-pied sur les propriétés aboutissant aux rivières navigables, n'est applicable qu'aux rivières *naturellement* navigables; qu'en effet, ni cette ordonnance ni les dispositions légales posté-

rieures régissant cette matière, n'établissent aucune distinction entre les rivières *naturellement navigables* et celles *rendues navigables par le fait de l'homme*;

» Attendu que l'article 33, rubrique *X* de la coutume d'Alost, et l'art. 22, rubrique *XIV* de la coutume d'Audenarde, invoqués par les défendeurs, étant abrogés par l'ordonnance de 1600 soixante-neuf, ne trouvent plus leur application;

» Attendu que c'est encore sans fondement que les défendeurs prétendent qu'à défaut de disposition formelle établissant de quel côté se trouve le marche-pied et de quel côté le chemin de halage, c'est l'usage qu'il faut consulter; que dans l'espèce l'existence de temps immémorial de bâtiments jusque contre la Dendre, n'a permis à aucun usage de s'établir ;

» Qu'en effet, ni le non usage de la servitude de halage ni l'usage incomplet de la part de l'État, ne donne aux riverains aucun droit pour l'avenir; que cette servitude restreinte par la tolérance ou oblitérée en fait par le non usage, renaît dans toute sa plénitude aussitôt que les besoins de la navigation l'exigent;

» Que dans ce cas l'administration est seule juge de l'apportunité de transporter le chemin de halage d'une rive sur l'autre, que cette doctrine est enseignée par Proudhon, Traité du domaine public, n° 788 ; Decotelle, Cours de droit administratif appliqué aux travaux publics, tome II, page 253, n° 3; Dehusson, Traité de la législation des travaux publics, tome II, page 162; Tielemans, Répertoire administratif; Guillery, ingénieur en chef du service de la Meuse, Belgique juduciaire 1846, pages 690 et suivantes; qu'elle a été en outre consacrée par plusieurs jugements et par divers arrêtés du conseil d'État;

» Attendu, quant au terrain que la servitude de halage a pour effet d'en réduire considérablement la valeur;

» Quant aux bâtiments ou constructions qui se trouvent sur la lisière grevée de la servitude de halage :

» Attendu qu'il y a lieu de distinguer entre ceux qui ont été établis avant le quatre prairial an XIII et ceux qui ont été établis depuis;

» Que pour les premiers, il y a lieu d'allouer une indemnité, parce qu'avant cette époque, si le chemin de halage le long de la Dendre existait de fait et par la force des choses mêmes, il n'était cependant réglé par aucune disposition légale, que par conséquent

les riverains avaient la faculté, d'y élever telles constructions qu'ils jugeaient à propos; que pour les autres, ils n'ont été élevés que par tolérance, à titre précaire et sous la condition de les enlever à la première réquisition;

» Attendu que, dans l'espèce, les bâtiments et constructions qui ont été élevés sur la lisière soumise à la servitude de halage sont évidemment postérieurs au quatre prairial, que cela résulte de la simple inspection des lieux et des différentes autorisations accordées par la députation permanente aux défendeurs ou à leurs auteurs de construire ou de modifier des constructions déjà existantes sur la lisière soumise à la servitude, les dites autorisations respectivement en date des 31 mai 1800 quarante-quatre, 11 décembre 1800 cinquante-deux, quatorze janvier 1800 cinquante-quatre et vingt janvier 1800 cinquante-cinq;

» Qu'il importe peu que, dans deux de ces autorisations, la députation permanente n'ait fait aucune réserve ni imposé aucune condition au sujet du chemin de halage; qu'en effet, les droits de l'État se trouvent inscrits dans l'ordonnance de 1600 soixante-neuf et dans le décret de 1808 et qu'une *loi seule* pourrait dégrever les fonds de la servitude légale, qui les frappe;

» Attendu qu'il résulte de tout ce qui précède :

» 1° Que les fonds à exproprier se trouvent grevés de la servitude de halage sur une largeur de trente pieds;

» 2° Qu'il n'est dû aucune indemnité pour les bâtiments élevés sur cette lisière de trente pieds, et que les défendeurs n'ont droit qu'aux matériaux à provenir de la démolition des constructions qui s'y trouvent;

» Attendu que c'est dans cette hypothèse que les experts ont évalué le bâtiment et le terrain à exproprier à la somme de trente-quatre mille huit cents francs;

» Attendu cependant que les experts ont commis une erreur en n'allouant aucune indemnité pour la lisière de terrain soumise à la servitude de halage, tandis qu'ils auraient dû en faire l'estimation en tenant compte de la dépréciation résultant de la servitude de halage pour laquelle seule il n'est pas dû d'indemnité;

» Attendu que ce terrain, dans la condition où il se trouve, peut être équitablement évalué à la somme de quatre mille francs;

» Attendu qu'en majorant l'estimation des experts de cette

somme de quatre mille francs, l'indemnité allouée par eux est juste et équitable;

» Quant à la maison désignée ci-dessus, sous le n° 2 et habitée par le sieur Déridiaen;

» Attendu que les experts, en l'évaluant à la somme de quatorze mille francs, en ont fait une juste appréciation, et qu'il y a lieu d'adopter les considérations sur lesquelles ils ont basé leur estimation;

» En ce qui concerne l'indemnité proposée par les experts pour frais de déplacement, de nouvelle appropriation, de chômage, perte de clientèle et de bénéfice, diminution probable dans le chiffre des affaires, s'élevant ensemble à la somme de seize mille francs;

» Attendu que cette indemnité est également juste et équitable et suffisamment motivée;

» Attendu qu'il en est de même de l'allocation de cent-vingt-cinq francs à titre d'indemnité à accorder au sieur Déridiaen-Heymans, à raison de son délogement forcé et anticipé;

» Attendu qu'il convient d'indemniser les défendeurs des frais de remploi que la jurisprudence constante des tribunaux fixe à dix pour cent;

» Attendu qu'il n'y a pas lieu d'accorder des intérêts d'attente jusqu'au moment où les défendeurs auront placé les fonds alloués pour indemnité puisqu'il dépend d'eux de se procurer immédiatement un placement utile ou même de les laisser déposer à la caisse des consignations et d'attendre ainsi, sans perte, l'occasion d'un placement plus conforme à leurs désirs;

» Par ces motifs, le tribunal faisant droit, dit que les biens à exproprier désignés ci-dessus, sous les n°s 1 et 3 sont grevés de la servitude de halage sur une largeur de trente pieds; qu'il y a lieu de tenir compte de la dépréciation dont l'existence de la servitude de halage frappe ces propriétés et que les bâtiments et constructions qui se trouvent sur la lisière y soumise, ne donnent droit à aucune indemnité;

» Et antérieurement le rapport des experts dans l'hypothèse admise par le présent jugement comme régulier en la forme et le modifiant en un seul point énoncé et motivé plus haut, condamne la partie demanderesse à payer aux défendeurs :

» 1° La somme de trente-quatre mille huit cents francs pour l'emprise d'une maison et d'un jardin respectivement désignés ci-dessus, sous les nos 1 et 3 . . . . fr. 34,800 »

» 2° La somme de quatorze mille francs pour l'emprise d'une maison décrite sous le n° 2 . . . . 14,000 »

» 3° La somme de quatre mille francs pour la valeur du fonds soumis à la servitude de halage, lequel fonds n'est pas compris dans l'estimation des experts . . . . 4,000 »

» 4° La somme de cinq mille deux cent quatre-vingts francs faisant dix pour cent à titre de frais de remploi sur les trois sommes ci-dessus. . . 5,280 »

» 5° La somme de mille francs pour frais de déplacement de nouvelle appropriation et de chômage . . . . 1,000 »

» 6° Celle de quinze mille francs à résulter de la diminution que devra subir le commerce et l'industrie des défendeurs, faute de trouver un emplacement aussi convenable et aussi bien en rapport avec l'importance et le genre de leurs affaires . . . . 15,000 »

» 7° Enfin la somme de cent cinquante francs à titre d'indemnité à accorder au locataire de la maison n° 2 . . . . 150 »

» Le tout ensemble septante-quatre mille deux cent trente francs. . . . . 74,230 »

» Dit qu'il n'y a pas lieu d'allouer des intérêts d'attente :

» Condamne la partie demanderesse aux frais du procès taxés à la somme de

» Autorise la partie demanderesse à déposer dans la caisse des consignations la prédite somme de septante-quatre mille deux cent trente francs, déclare que moyennant cette consignation l'État belge est autorisé à se faire envoyer en possession du terrain exproprié, conformément à l'art. 12 de la loi du 17 avril 1835.

» Déclare le présent jugement exécutoire nonobstant appel ou opposition.

IV

La perception de deux francs par tonneau sur les bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux et passant à l'écluse de Commines en descendant la Lys, n'est applicable qu'aux bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux de provenance belge. — Jugement rendu le 27 décembre 1864 par le tribunal de Bruxelles.

« Attendu que l'action des demandeurs a pour objet la restitution du droit de deux francs par tonne perçus à l'écluse de Commines au profit de la compagnie défenderesse, du mois d'avril au mois de mai 1861, sur les houilles de provenance française descendant la Lys mitoyenne et à destination respective des dits demandeurs, en aval de Commines;

» Que la compagnie défenderesse soutient la légitimité de cette perception, en prétendant que ce droit frappe les houilles de toute provenance qui descendent la Lys et passent à l'écluse de Commines ;

» Attendu que l'article 31 de la convention et du cahier des charges du 4 septembre 1856 stipule que, par application : 1° de l'article 5 de la convention internationale entre la France et la Belgique, conclue à Paris, le 27 août 1839 ; 2° des articles 9 et 10 de l'arrêté royal du 11 octobre de la même année, décrétant l'exécution du canal de l'Espierre; 3° des articles 5 et 6 additionnels du cahier des charges de la concession du canal de l'Espierre, à partir de l'époque à laquelle le canal de Bossuyt sera livré à la navigation, les bateaux qui descendront la Lys, chargés de pierres, de houille, ou de chaux ne seront admis à être éclusés à l'écluse de Commines que moyennant le payement d'un droit spécial destiné à assurer au canal de Bossuyt, le marché des rives de la Lys en aval de la dite écluse. Ce droit qui sera perçu par l'éclusier de Commines au profit des concessionnaires du canal de Bossuyt, est fixé à deux francs par tonneau de 1000 kilogrammes de chargement effectif et que le gouvernement se réserve de l'augmenter pour le cas ou ce taux serait reconnu insuffisant ; attendu que quelque généraux que soient les termes de cette stipulation de garantie, elle ne peut être étendue au-delà de l'objet qui y est déter-

miné; c'est-à-dire que la perception du droit ne doit pas être appliquée hors du cas où il s'agit d'assurer au canal de Bossuyt, le marché des rives de la Lys, en aval de l'écluse de Commines.

» Que le paiement du droit ne peut donc être exigé que des bateaux qui, à moins d'emprunter les eaux françaises, n'auraient pu arriver sur la Lys en aval de Commines, sans passer par le canal de Bossuyt ou sans descendre l'Escaut.

» Attendu que l'art. 21 du cahier des charges n'a pu avoir d'autre but que de garantir le canal de Bossuyt de la concurrence d'autres voies navigables, et que cette concurrence n'était possible qu'à l'égard des bateaux qui pouvaient avoir besoin de passer par ce canal pour arriver sur la Lys belge et qui pour y parvenir auraient pu prendre une autre direction, mais qu'il ne se conçoit pas que cette garantie pût s'appliquer aux bateaux qui, de leur point de départ à leur destination sur la Lys, ne devaient dans aucune hypothèse, passer par le canal de Bossuyt ou par l'Escaut.

» Attendu que les divers actes qui sont visés dans cet article 31, confirment pleinement cette considération et démontrent que la stipulation de garantie avait pour but unique d'empêcher que, par suite de la création du canal de l'Espierre, la navigation belge, qui était obligée de descendre l'Escaut pour remonter la Lys, ne choisît désormais, pour arriver sur cette voie navigable, les eaux françaises dont le canal de l'Espierre devait lui ouvrir l'accès et ne désertât, par conséquent, le canal de Bossuyt destiné à relier la Lys à l'Escaut.

» Attendu, en effet, qu'il résulte de la convention internationale du 27 août 1839, que celle-ci a été faite pour créer une voie directe de communication entre le centre du département du Nord et le Hainaut, tout en écartant les dangers que cette voie pourrait offrir pour la navigation intérieure de la Belgique, et que c'est par application de ces principes que furent conclus les articles 2 et 5 de cette convention, dont le premier était destiné à assurer la navigation belge sur Dunkerque, et dont le second avait pour but d'assurer au canal de Bossuyt, le marché des rives de la Lys en aval de l'écluse de Commines.

» Attendu qu'il suit de là que le droit établi à l'écluse de Commines a été exclusivement dirigé contre la concurence éventuelle du canal de l'Espierre, qui par sa jonction avec les eaux françaises

reliait l'Escaut à la Lys de la même manière que le canal de Bossuyt, reliait ces deux voies navigables;

» Attendu, au contraire, que ce droit ne pouvait être appliqué aux bateaux dont le point de départ était la France. Que cela est encore confirmé par la circonstance que le droit à établir à l'écluse de Commines était laissé à la détermination exclusive du gouvernement belge, comme n'intéressant que la navigation de la Belgique;

» Attendu que l'arrêté royal du 11 octobre 1839 dans son article 9, et le cahier des charges du canal de l'Espierre dans son article additionnel, expriment la même pensée puisque l'on y voit indiqué expressément que le droit spécial dont il s'agit a été établi pour empêcher que les canaux de l'Espierre et de Roubaix pussent faire concurrence au canal de Bossuyt à Courtrai, pour le transport des produits de la Belgique sur la haute Lys;

» Attendu que le sens et la portée de l'article 31 sont encore confirmés par les actes d'instruction et les réclamations qui ont précédé l'arrêté du 11 octobre 1839, puisque cette disposition a été introduite dans le cahier des charges à la suite du vœu exprimé par la commission d'enquête, qui avait demandé que le gouvernement fût invité à faire insérer, dans le cahier des charges de la concession du canal de l'Espierre, une condition suivant laquelle il réserverait le droit de prendre telles mesures qu'il jugerait nécessaires pour empêcher 1° que les canaux de l'Espierre et de Roubaix pussent à l'avenir faire concurrence aux canaux des Flandres pour la navigation de la Belgique vers Dunkerque; 2° que les mêmes canaux de l'Espierre et de Roubaix pussent faire concurrence au canal de Bossuyt à Courtrai, pour le transport des produits de la Belgique sur la haute Lys belge;

» Attendu que l'acte international du 27 août 1839, n'a pas eu le caractère d'une convention douanière en modifiant le régime de la perception sur les marchandises françaises passant par l'écluse de Commines, mais a eu uniquement pour objet, conformément au traité des limites de la France et de la Belgique, en date du 28 mars 1820, de permettre au gouvernement belge d'augmenter, dans une proportion illimitée, le droit de péage à l'écluse de Commines, pour les bateaux partis de la Belgique et qui, en passant par les canaux de l'Espierre et de Roubaix, auraient transité

par les eaux françaises pour arriver sur la Lys belge et auraient ainsi évité de passer par le canal de Bossuyt;

» Attendu au surplus que la jonction de l'Escaut et de la Lys par le canal de l'Espierre n'est pas encore effectuée; que d'ailleurs la condition pour l'existence de la stipulation de garantie de l'article 31 du cahier des charges, n'est pas encore arrivée;

» Attendu que des motifs ci-dessus déduits, il résulte que la demande en garantie manque de fondement;

Par ces motifs :

» LE TRIBUNAL; — Ouï en ses conclusions conformes M. Giron substitut du procureur du roi :

» Joignant les causes portées au rôle sous les nos 1317 et 1448, déclare pour droit que la perception de deux francs par tonneau sur les bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux et passant à l'écluse de Commines en descendant la Lys, n'est applicable qu'aux bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux de provenance belge; qu'en conséquence, c'est sans titre ni droit que la société défenderesse prétend faire percevoir par l'éclusier de Commines, ce droit spécial sur des bateaux transportant la houille des houillères de France.

» Dit que ce qu'elle a fait percevoir antérieurement de ce chef, a été indûment perçu et qu'elle est tenue de la restituer; en conséquence la condamne à payer savoir: 1° à MM. Vandewynkel père et fils une somme de deux cent quatre-vingt six francs; 2° à Hassebroucq frères, trois cent quatorze francs; 3° à Leroy, quatre-vingt dix francs; 4° à Lambin Van Rullen, quatre cent soixante-dix francs; 5° à Parent, fils aîné, cent quatre francs; 6° à Schoutelen-Delebecq soixante-seize francs; 7° à Leblanc, cent soixante-dix huit francs; 8° à Duflos, quatre cent quatre-vingt-seize francs; 9° à Van Rullen-Fauvarque trois cent deux francs, montant des droits respectivement payés antérieurement par chacun d'eux du chef susdit.

» La condamne aux intérêts judiciaires et aux dépens, déclare la dite compagnie du canal de Bossuyt non fondée dans son appel en garantie contre l'État belge, l'en déboute et la condamne aux dépens. »

Pour copie conforme :
(signé) S. ALLARD.

Personnel.

I.

ADMINISTRATION CENTRALE.

M. **VAN DER STICHELEN (J.)**, G. C. ✠, G. O. ✠, G. C. de l'ordre des SS. Maurice et Lazare, de l'ordre du Christ, décoré de l'ordre de la Couronne de Prusse, membre de la chambre des représentants, *ministre des travaux publics.*

Cabinet du ministre.

M. DUPONT (E.), ✠, chevalier de l'ordre de Charles III d'Espagne, chef de division, *secrétaire particulier.*

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

MM. **BIDAUT (EUG.)**, O. ✠, ✠, G. O. de l'ordre de la Couronne de Chêne, C. de nombre de l'ordre de Charles III, C. de l'ordre des SS. Maurice et Lazare, ingénieur en chef au corps des mines, *secrétaire général.*

GRENON (J.), ✠, *directeur.*

ANDRÉ (L.), O. de l'ordre de la Couronne de Chêne, chevalier de l'ordre des SS. Maurice et Lazare, décoré de la 4e classe de l'ordre des Guelphes, *chef de division.*

SENGIER (H.), *chef de bureau.*

BEAUVOIS (F.), id.

DELBARRE (E.), id.

LACOMBLÉ (E.), id., décoré de l'ordre de St.-Stanislas de 3e classe.

Surveillance des chemins de fer concédés.

MM. **EYCKHOLT (P.-A.)**, O. ✠, ✠, chevalier de l'Aigle rouge de Prusse et du Mérite civil de Saxe, *inspecteur général.*

RUMMENS (J.-B.), ✠, *inspecteur.*

NYSSENS (V.), id.

DELVAUX (J.), *chef de bureau.*

LENOIR (J.), *ingénieur.*

SCHAPEN (L.), *contrôleur.*

Administration des ponts et chaussées et des mines.

MM. Noël (J.-F.), G. O. ✠, C. ✠, ✠, *directeur général.*
Cognioul (J.), ✠, *ingénieur en chef.*

Inspection générale des ponts et chaussées.

MM. Groetaers (G.-N.), O. ✠, ✠, *inspecteur général.*
Dubois (A.), *sous-ingénieur.*

Inspection générale des mines.

MM. De Vaux (J.-A.-J.), O. ✠, ✠, *inspecteur général.*
Deflandre (L.), *ingénieur.*

Direction des routes et bâtiments civils.

MM. Lavallée (A.), ✠, *directeur.*
Coomans (C.-E.-J.), *chef de bureau.*

Direction des travaux hydrauliques et des chemins de fer en construction.

MM. O'Sullivan (E.-P.), ✠, O. de l'ordre de la Couronne de Chêne, *directeur.*
Rosendael (S.), ✠, ✠, *chef de division.*
Vlamynck (A.), *chef de bureau.*

Direction des mines, du personnel et des affaires générales.

MM. Verbrugghen (A.), ✠, *directeur.*
Warzée (A.), *chef de bureau.*

Administration des chemins de fer, postes et télégraphes.

MM. Fassiaux (C.-A.), O. ✠, C. des ordres de François-Joseph, de la Couronne de Chêne, du Christ, du Danebrog, de la branche Ernestine de Saxe, décoré de l'or-

dre de 2e classe de la maison d'Hohenzollern, chevalier des ordres de St.-Michel, de l'Aigle rouge de Prusse et d'Albert le Valeureux, *directeur général.*

EVRARD (H.-J.), *inspecteur.*

Inspections générales.

MM. **DELFOSSE (F.-A.)**, O. ✠, ✻, *inspecteur général des postes.*

CABRY (H.), O. ✠, ✻, *inspecteur général du service technique.*

GENDEBIEN (F.), ✻, O. ✠, C. de l'ordre de Danebrog, chevalier de l'Aigle rouge de Prusse, *inspecteur général des services d'exploitation.*

I. *Direction du service général.*

MM **JANSSENS (J.-J.-G.)**, ✠, *directeur.*

VAN DEN PEEREBOOM (T.-H.-X.) *inspecteur.*

LE PÈRE (P.-N.), *chef de bureau.*

TINNE (L.-H,-P.), id.

DU MONCEAU (F.-H.), id.

GOUWELOOS (J.-B.), id.

II. *Direction des voies et travaux.*

MM. **PETITJEAN (P.-J.)**, ✠, chevalier de l'ordre de l'Aigle rouge de Prusse, *ingénieur en chef, directeur.*

GOFFAUX (J.-A.), *inspecteur.*

THIRIAR (D.-A.-J.), *ingénieur.*

ERNESTE (M.-V.), *chef de bureau.*

ERNST (A.-J.), id.

III. *Direction de la traction et du matériel.*

MM. **BELPAIRE (A.-J.)**, O. ✠, O. de l'ordre de la Couronne de Chêne, *ingénieur en chef, directeur.*

MAURISSEN (L.-H.), ✠, *ingénieur en chef.*

BALLIEU (F.-F.-D.), *inspecteur.*

MASUI (T.), *ingénieur, chef de bureau (ad intérim).*

IV. *Direction de l'exploitation.*

MM. **Van der Sweep (F.)**, ✠, *ingénieur en chef, directeur.*
Evrard (H.-J.), ✠, *inspecteur de direction.*
Uytterhoeven (J.-B.), ✠, chevalier de l'ordre de la Conception de Villa-Viciosa, décoré de la croix du Mérite de la Branche-Ernestine de Saxe, *inspecteur.*
La Pierre (M.-A.-J.), *inspecteur.*
N. . ., id.
Masy (V.-H.-J.), id.
Van der Elst (J.-J.), *chef de bureau.*

V. *Direction des postes.*

MM. **De Meren (F.-A.-P.-J.-R.)**, O. ✠, C. de l'ordre d'Isabelle la Catholique, chevalier de 2e classe de l'ordre de la Couronne de Prusse, *directeur.*
De Ryckman (A.-J.-C.-B.), ✠, *inspecteur de direction.*
Gife (F.-J.), *chef de bureau.*
De Noyelle (H.-J.), *contrôleur, chef de bureau (ad intérim).*
Jacquet (P.-J.), *chef de bureau.*

VI. *Direction et contrôle des recettes.*

MM. **Van Derzanden (C.-A.-C.)**, ✠, chevalier de l'ordre du Christ de Portugal, *directeur.*
Mathieu (H.), ✠, *inspecteur de direction.*
N. . ., *chef de bureau.*
Bihet (C.-L.-J.), *vérificateur.*
Van der Bruggen (T.-J.), id.
Van Moorsel (L.-A.), *chef de bureau.*
Demanet (C.-E.), id.
Kuhn (F.-G.), *vérificateur.*
Renson (V.-F.-F.), id.
Masset (P.-F.-H.E.), *contrôleur, chef de bureau.*
Kesseler (P.-M.-J.), *vérificateur.*
Jacquemyns (H.), id.
Couteaux (J.-V.), id.

VII. *Direction du contrôle des matières.*

MM. **De Grelle (E.)**, ✠, *directeur.*
Wittman (J.-F.-M.), *chef de bureau.*
Van Verren (F.-J.-L.), *vérificateur.*
Paris (F.-P.-N.), id.
Hansens (G.-F.), id.
N. . . id.

VIII. *Direction des télégraphes.*

MM. **Vinchent (J.-L.-F.-V.-J.-G.)**, ✠, chevalier de l'ordre de Charles III d'Espagne, *ingénieur en chef, directeur.*
Girardin (J.-M.), *chef de bureau.*

II.

CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

INSPECTEUR GÉNÉRAL.

	DATE DE LA PROMOTION.
M. Groetaers (G.-N.), O. ✠, ✱, en congé.	29 décembre 1859.

INSPECTEUR GÉNÉRAL, AD INTÉRIM.

M. Wellens (F.), O. ✠.	26 juin 1863.

INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.

MM. Desart (H.-G.), ✠, en congé . . .	29 octobre 1850.
Maus (H.), O. ✠, C. de l'ordre des SS. Maurice et Lazarre, C. de l'ordre de la Couronne de Chêne.	20 juillet 1860.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. Magis (H.-J.), ✠, ✠.	20 juillet 1860.
O'Sullivan (H.), ✠	30 juin 1863.
De Grandvoir (L.), ✠	idem.

INGÉNIEURS EN CHEF DE 2e CLASSE.

MM. Dumon (C.), ✠, O. de l'ordre de la Couronne de Chêne	1er mai 1860.
Houbotte (C.), ✠	idem.
Dejaer (A.), ✠	idem.
Carez (M.), ✠	idem.
Zuber (F.), ✠, décoré de l'ordre de St.-Stanislas de 3e classe . . .	21 décembre 1861.
Cognioul (J.), ✠, attaché au ministère des travaux publics . . .	14 octobre 1862.

INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.

MM. Manilius (J.), attaché à l'école du génie civil	29 juillet 1845.
Desmarais (Th.), ✠	1er février 1850.
Cordonnier (M.-J.)	10 avril 1853.
Lebens (T.).	idem.
Masson (S.), ✠	21 mai 1854.
Goddyn (L.), en congé illimité . .	idem.
Van Meus (J.-B.), en disponibilité .	5 décembre 1856.
Bodet (S.)	11 août 1858.
Bernard (J.-B.)	26 avril 1859.
Crépin (L.), ✠	27 juillet 1859.
Depermentier (G.), ✠	2 juin 1861.
Laurensius (B.)	idem.
Boudin (E.), ✠, attaché à l'école du génie civil	idem.
Grosfils (J.)	idem.
Lambert (T.)	3 juin 1861.
Piérard (T.)	30 juin 1863.
Huriau (J.-B.).	idem.
Gilles (J.-J.)	12 décembre 1863.
Pinsard (H.-J.)	30 mai 1865.

INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. DEDIER (F.)	6 août 1857.
ANDRIES (CH.), ✠, attaché à l'école du génie civil	11 août 1858.
ANDRIES (J.)	11 août 1858.
MORELLE (H.)	idem.
LAMAL (TH.)	26 avril 1859.
VANSCHOUBROECK (L.)	idem.
CRESPELLE (J.)	2 juin 1861.
LECLERC (F.)	idem.
TROUET (G.)	idem.
DE BRUYN (D.)	30 juin 1863.
LECLERC (J.-M.), ✠, ✱, décoré de l'ordre de St.-Stanislas, attaché au ministère de l'intérieur	idem.
DENEEFF (T.)	idem.
BERGER (L.)	idem.
DECLERCQ (G.)	idem.
STOCKMAN (H.)	idem.
BEAUFFORT (N.)	12 décembre 1863
LABYE (CL.), décoré de l'ordre impérial du Medjidié	30 mai 1865.

INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.

MM. UBAGHS (J.), en disponibilité	1er février 1850.
DRUGMAN (D.), en congé illimité	idem.
BUREAU (TH.), en disponibilité sans traitement	26 avril 1859.
BROECKHANS (J.)	idem.
PIENS (E.)	idem.
DE RAEVE (F.)	1er mai 1860.
MARCQ (A.), détaché au ministère de la justice	idem.
WILLEMS (A.)	13 février 1863.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. De Mathys (H.-R.)	30 juin 1863.
Wolters (G.)	12 décembre 1863.
Verstraeten (Th.), attaché à l'école du génie civil	15 mars 1864.
Duroy (E.)	30 mai 1865.
Symon (A.)	idem.

SOUS-INGÉNIEURS.

MM. Rombaux (J.-B.), en congé . . .	8 septembre 1844.
Dauge (J.-F.), en disponibilité sans traitement	27 octobre 1852.
Derote (L.)	28 mars 1860.
De Munter (Ch.)	14 juillet 1860.
Dubois (A.), attaché au ministère des travaux publics	15 juillet 1861.
Dufour (A.)	20 juillet 1861.
Rycx (J.)	27 août 1862.
Debeil (A.)	12 août 1864.
Hans (M)	12 juin 1865.

CONDUCTEURS PRINCIPAUX.

MM. Herouet (P.)	2 juin 1861.
Jonckheere (H.)	idem.
Diegerick (F.), ✠	idem.
Trouet (J.)	idem.
Braibant (Ch.)	idem.
Pierart (E.)	idem.
Groulard (V.)	idem.
Penant (J.-B.)	30 juin 1863.
Dupont (J.-P.)	idem.
Thomas (C.)	idem.
Mallet (V.)	idem.
D'Aguilar (T.)	idem.
Rogier (J.)	idem.
Simonis (P.)	idem.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. BASSING (F.) (à titre honorifique), en congé illimité	30 juin 1863.
DESCAMPS (A.)	30 mai 1865.
CARPENTIER (D.), détaché au ministère de la justice	1er juin 1865.

CONDUCTEURS DE 1re CLASSE.

MM. JAMINÉ (J.-L.)	4 octobre 1845.
DANDELIN (L.), en disponibilité . .	1er février 1850.
LAMURY (A.-M.)	23 octobre 1851.
BASSE (E.)	idem.
DE GRENY (L.), en congé illimité .	idem.
RENAUD (H.)	idem.
MAES (E.)	idem.
DELHAISE (J.)	26 avril 1854.
COLPAERT (D.)	idem.
SILVAIS (M.)	idem.
DELGOTAL (A.-J.)	idem.
BALBEUR (J.-B.)	idem.
DEFAWE (E.-J.)	25 mars 1855.
PETIT (J.-B.)	idem.
SERESIA (L.-F.)	14 juillet 1856.
CRETS (F.)	idem.
DECREEFT (L.-C.)	idem.
PETIT JEAN (P.-J.).	idem.
DETHY (J.-B.)	idem.
WANTZEL (P.-J.)	idem.
MOREAU (P.-J.).	idem.
RICHIR (L.).	6 août 1857.
DELTOUR (P. F.)	idem.
JACQUES (P.-J.)	11 août 1858.
MICHAUX (J.)	idem.
MACIEJOWSKI (J.)	idem.
HEYMANS (F.-A.)	idem.
POPPE (J.-B.)	idem.
MAERTENS (J.)	1er janvier 1859.
CORDIER (G.-J.)	26 avril 1859.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. Traets (D.), attaché à l'école du génie civil.	26 avril 1859.
Guilmot (J.)	2 juin 1861.
Dewinter (J.).	idem.
Goedert (C.)	2 juin 1861.
Geswein (M.), attaché à l'école du génie civil	idem.
Ricaille (J.)	idem.
Lumen (L.).	idem.
Cambier (A.)	idem.
Besme (J.)	idem.
Giroux (L.)	idem.
Gevaert (J.)	idem.
Rosseels (J.)	idem.
De Posch (F.-J.)	5 décembre 1862.
Schanus (W.)	30 juin 1863.
Besseling (N.).	idem.
Toeffaert (C.)	idem.
Vieux Jean (T.-J.).	30 mai 1865.
Lejeune (H.)	idem.
Courtois (H.)	idem.

CONDUCTEURS DE 2[e] CLASSE.

MM. Guinotte (J.), en congé illimité. .	21 juin 1844.
Claes (E.), en congé illimité . .	11 septembre 1850.
Segers (J.-B.), attaché à l'école du génie civil	26 avril 1854.
Declercq (C.).	idem.
Despreetz (E.), en disponibilité. .	idem.
Lallement (R.)	idem.
Dispaux (J.-L.).	idem.
Vande Loo (A.), en disponibilité .	25 mars 1855.
Waeghemans (E.)	idem.
Bekaert (F.-M.)	idem.
Misonne (A.)	idem.
Goffin (J.-C.).	idem.
Lambert (A.)	14 juillet 1856.

MM.	DATE DE LA PROMOTION.
MM. Vergauwen (L.-C.)	14 juillet 1856.
Canivet (J.)	idem.
Groulard (C.).	idem.
Joannes (N.-J.).	idem.
Hanus (F.).	idem.
L'Heureux (V.)	1er janvier 1857.
Baetens (F.)	6 août 1857.
Dhondt (R.)	idem.
Paheau (L.)	idem.
Dubois (F.).	idem.
Lallemand (J.).	idem.
Heymans (V.-J.)	idem.
Baurin (L.).	11 août 1858.
Trouet (A.)	idem.
Leenaert (J.)	idem.
De Radiguès (F.), en congé illimité.	2 juin 1861.
Seyler (H.).	idem.
Vandenabeele (V.)	idem.
Fumière (J.)	3 juin 1861.
De Bouck (L.).	idem.
Richir (F.).	idem.
Huet (C.)	idem.
Pasque (A.)	idem.
Velghe (G.)	idem.
Vercammen (F.)	30 juin 1863.
Goffinet (J.)	30 mai 1865.
D'Anvers (A.)	idem.
Coster (B.)	idem.

CONDUCTEURS DE 3e CLASSE.

MM. Poncelet (L.), en disponibilité . .	26 mai 1836.
Tielemans (F.), en congé. . . .	11 février 1840.
Hetten (Th.), en disponibilité . .	10 avril 1841.
Vander Elst (C.), en congé. . .	idem.
Guillery (Th.), en congé . . .	27 février 1846.
Prisse (A.-P.), en disponibilité . .	1er février 1850.

	DATE DE LA PROMOTION.
MM. VANDER ELST (L.), en congé illimité.	1er février 1850.
DE MAERSCHALCK (M.), en congé. .	31 mars 1852.
MIROIR (F.).	13 octobre 1858.
BACKELJAN (F.).	12 août 1859.
PONCELET (J.)	6 juillet 1860.
WILLEMS (J.)	7 septembre 1860.
VAN IMPE (A.)	14 janvier 1861.
CRULS (F.)	31 janvier 1861.
PONCELET (L.).	15 juillet 1861.
VANSTAEN (E.)	3 octobre 1861.
BURNOTTE (J.)	5 janvier 1862.
CAMBIER (L.)	10 janvier 1862.
BLONDEL (F.)	23 mai 1862.
DEPLANQUE (A.)	2 septembre 1862.
WILLAME (E.)	11 novembre 1862.
GOOVAERTS (P.)	idem.
SCHOTTEY (G.-A.)	18 décembre 1862.
MONIN (L.).	19 janvier 1863.
ANDRÉ (E.).	16 février 1863.
LEBENS (V.-G.).	3 décembre 1863.
DE DONCKER	13 septembre 1864.
SORBIL (J.).	28 décembre 1864.
SANCY (E)	30 avril 1865.
MELCHIOR (J)	idem.

III.

CORPS DES MINES.

SECTION D'ACTIVITÉ.

INSPECTEUR GÉNÉRAL.

MM. DE VAUX (J.-A.), O. ✠, ✠. . . .	10 juin 1844.

INGÉNIEURS EN CHEF.

GERNAERT (J.-H.), O. ✠, décoré de l'ordre de Ste.-Anne de 3e classe.	23 juin 1857.
JOCHAMS (F.), ✠	16 mai 1865.

DATE DE LA PROMOTION.

INGÉNIEUR EN CHEF HONORAIRE.

M. RUCLOUX (F.), ✠ . . . . 16 mai 1865.

INGÉNIEURS PRINCIPAUX.

MM. MUESELER (M.), ✠, ✱	30 juin 1863.
TOILLIEZ (A.), ✠	idem.
PONCELET (J.-B.)	idem.
LAGUESSE (E.)	idem.
VAN SCHERPENZEEL-THIM	30 juin 1863.
HAMAL (CH.).	15 mars 1864.

INGÉNIEURS ORDINAIRES.

MM. GEOFFROY (A.), ✠.	12 octobre 1856.
DEFLANDRE (L.) attaché au ministère des travaux publics	idem.
LAMBERT (CH.).	11 août 1858.
FLAMACHE (V.).	idem.
BEAUJEAN (J.-A.), ✠	idem.
BERCHEM (F.)	idem.
CLEMENT (CH.).	15 août 1860.
DE SIMONY (H.)	idem.
BOUGNET (E.)	idem.
ARNOULD (G.)	30 juin 1863.
GILLE (J.)	idem.
TIMMERHANS (L.)	idem.
FRANEAU (A.)	idem.
HAMAL (B.).	12 avril 1864.

SOUS-INGÉNIEURS.

MM. GÉRARD (D.)	11 août 1856.
DEFIZE (E.).	idem.
QUOILIN (C.)	idem.
DECHAMPS (L.).	idem.
RANSY (A.).	idem.
SCARCÉRIAUX (L.-J.)	idem.

	DATE DE LA PROMOTION.
Dawance (J.-A.)	11 août 1856.
Mueseler (G.).	idem.
Dupont (J.)	idem.
Depoitier (E.).	21 mars 1856.
Harzé (E.).	idem.
Jottrand (A.)	11 août 1859.
Malherbe (D.-J.)	23 novembre 1856.
De Jaer (E.)	9 novembre 1860.
Firket (A.)	10 février 1861.
De Jaer (J.)	10 juillet 1862.
Smeysters (J.).	6 août 1862.
Franquoy (F.).	idem.
Havrez (L.)	14 juillet 1863.
Guchez (F.).	12 avril 1864.
Willem (P.-J.).	22 février 1865.

SECTION DE DISPONIBILITÉ.

MM. Gautier (A.-J.), ✠, ingénieur en chef	23 juin 1857.
Bidaut (J.-G.), O. ✠, ✠, ingénieur en chef	20 mars 1862.
De Thier (G.), ingénieur principal .	11 janvier 1861.
Dumont (A.), ingénieur ordinaire .	12 octobre 1856.
Chaudron (J.), ✠, idem. . . .	idem.
De Vaux (B.), . idem. . . .	15 août 1860.
Godin (A.), . . idem. . . .	idem.
Lambert (G.), sous-ingénieur . .	11 août 1856.
Castelain (L.), . idem. . . .	idem.
Sadin (A.), . . idem. . . .	idem.
Ziane (H.), . . idem. . . .	idem.
Micha (L.), . . idem. . . .	idem.
Collette (C.), . idem. . . .	idem.

Conseil des mines.

Président : M. **Vinchent** (**J.**), O. ✠, 29 mai 1858.
Conseillers : MM. **Visschers** (**A.**), O. ✠, 10 août 1845.
Gautier (**A.-F.**), ✠, 28 mars 1850.
Chicora (**L.-C.-A.**), 2 septembre 1859.
Koeler (**J.-B.-A.**), ✠, chevalier de l'ordre de la Branche Ernestine de Saxe, 14 décembre 1861.
Conseillers honoraires :
MM. **D'Otreppe de Bouvette** (**A.-M.-J.**), O. ✠, chevalier de l'ordre des SS.-Maurice et Lazare, 13 novembre 1838.
Willaumez (**L.**), ✠, 2 octobre 1843.
Verdeyen (**F.**), ✠, de l'ordre des SS.-Maurice et Lazare et de l'ordre du Christ.
Dupont (**A.-E.**), ✠, chevalier de l'ordre de Charles III, 27 octobre 1859.
Greffier : M. Dugniolle (J.), ✠, chevalier de l'ordre de la Branche Ernestine de Saxe.

IV.

RÉPARTITION DES FONCTIONNAIRES DU SERVICE ACTIF DE L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

SERVICE DES VOIES ET TRAVAUX.

Service des lignes.

LIGNES DU NORD-EST.

M. **Lamquet** (**G.-E.-H.**), *ingénieur, chef de service.*

A. *Surveillance et entretien des voies, travaux d'art, etc.*

MM. Stevens (J.-J.), *chef de section.*

MM. Copis (C.), *chef de section.*
Thibesart (G.-J.), *ingénieur, chef de section.*

B. *Bâtiments et dépendances.*

M. Dupont (J.-B.), *ingénieur, chef de section.*
Brabant (J.), *chef de section.*

LIGNES DE L'OUEST.

M. **Van Moere** (**B.-F.**), ✠, *ingénieur principal, chef de service.*

A. *Surveillance et entretien des voies, travaux d'art, etc.*

MM. Van de Velde (J.-H.-V.), *chef de section.*
Vogelaere (P.), *ingénieur, chef de section.*
Maertens (J.-F.), *chef de section.*
Rouffart (M.-E.), id.
Kestremond (F.-J.), id.

B. *Bâtiments et dépendances.*

M. Lemmen (F.-F.), *chef de section.*

LIGNES DU MIDI.

M. **Danaux** (**F.-J.**), *ingénieur, chef de service.*

A. *Surveillance et entretien des voies, travaux d'art, etc.*

MM. Borlée (B.-J.), *ingénieur, chef de section.*
Ramaeckers (C.), *sous-ingénieur, chef de section.*
Du Tilloeul (O.), *ingénieur,* id.

B. *Bâtiments et dépendances.*

M. Bourdiaux (G.-N.-J.), *chef de section.*

CONSTRUCTION DES BATIMENTS ET DÉPENDANCES.

Service général.

MM. Payen (A.-J.-J.), ✠, *ingénieur principal de 1re classe.*
Lambeau (A.-P.-J.), ✠, id. 2e *classe.*
Muls (E.), *chef de section.*
Diddaert (F.), id.
Wittocx (J.-G.), id.

SERVICES DE LA TRACTION ET DU MATÉRIEL.

Arsenal des chemins de fer de l'État.

MM. **Gobert** (**L.-A.-E.**), ✠, *ingénieur en chef, directeur de l'arsenal.*
Gillis (J.-T.), *ingénieur de 1re classe.*
Van Meurs (G.-E.-J.), *ingénieur de 2e classe.*
Stemmetz (A.-M.), *sous-ingénieur.*
Hubert (E.), id.

SERVICE DE LA TRACTION.

LIGNES DU NORD-EST.

MM. **Candeze** (**J.-A.**), *ingénieur, chef de service.*
Docteur (C.), *sous-ingénieur.*
Stevaert (A.), id.

LIGNES DU MIDI.

MM. **Jamart** (**J.-F.**), *ingénieur, chef de service.*
Blanquaert (J.), *sous-ingénieur.*

LIGNES DE L'OUEST.

MM. **Waleff** (**A.**), *ingénieur, chef de service.*
Barlet (A.), *sous-ingénieur.*

Entretien des voitures sur les lignes.

MM. **Ragheno** (**P.**), ✠, *ingénieur principal de 1re classe, chef de service.*
Leloup (D.-C.-E.), *chef de section.*

Combustible, éclairage et chauffage.

MM. **Cambrelin** (**F.-C.**), *ingénieur en chef.*
Carez (F.), *ingénieur de 2e classe.*

SERVICE DE L'EXPLOITATION.

Transports.

LIGNES DU MIDI.

MM. **Mongenast (C.-P.)**, ✠, *inspecteur, chef de service.*
Lemoine (L.-J.), *contrôleur de 2e classe.*

LIGNES DU NORD-OUEST.

MM. **Sauvignier (J.-P.)**, ✠, *inspecteur, chef de service.*
Dethier (H.), *contrôleur de 2e classe.*

LIGNES DE L'EST.

MM. **Thiry (M.-H.)**, ✠, *inspecteur, chef de service.*
Mertens (C.-A), *contrôleur de 2e classe.*

LIGNES DU SUD-OUEST.

MM. **L'Hoir (L.-J.-F.)**, ✠, *inspecteur, chef de service.*
Marchal (C.-E.), *contrôleur de 2e classe.*

Relations internationales.

M. Hauchecorne (G.-L.-L.), ✠, ✠, chevalier de l'ordre de l'Aigle Rouge de Prusse, *agent général,* à Cologne.

SERVICE DES TÉLÉGRAPHES.

M. **Gibbs (J.)**, *inspecteur, chef de service.*

Bureau télégraphique central de Bruxelles.

M. De Rudder (C.-J.), *chef de bureau.*

SERVICE DES POSTES.

MM. Michaux (A.-J.), ✠, *inspecteur d'arrondissement.*
Sax-Ridelle (C.-A.), *contrôleur, chef de service (ad intérim).*
Van de Velde (E.-E.-P.), *inspecteur, chef de service.*
Reghem (J.-C.-H.-E.-P.), ✠, id. id.
Bronne (L.-D.), ✠, id. id.
De Waha (A.), id. id.

SERVICES AFFLUENTS.

M. Van Caubergh (J.-J.), ✠, *inspecteur, chef de service.*

Bureaux de poste ambulants.

MM. Thimister (C.-P.-J.), ✠, chevalier de l'ordre du Christ de Portugal, *inspecteur, chef de service.*
Tournay (A.-J.), *contrôleur.*
Hochstein (J.-B.), id.
De Codt (G.-S.-G.), *vérificateur.*

Contrôle des recettes sur les chemins de fer de l'État.

MM. Stevens (P.-M.-J.), *inspecteur de 2e classe.*
Doyen (J.-F.), *contrôleur de 1re classe.*
Felsenhart (J.-P.-F.-A.), id.
Fain (J.-L.-M.), *contrôleur de 2e classe.*

Contrôle de la comptabilité administrative.

M. Dandelin (N.-A.-H.-L.), *inspecteur de 2e classe.*

Contrôle et vérification de la comptabilité des approvisionnements et du matériel en service.

MM. Mersch (J.-B.), *contrôleur de 1re classe.*
Eydt (A.), chevalier de l'ordre d'Albert le Valeureux de Saxe et chevalier de 4e classe de l'Aigle Rouge de Prusse, *contrôleur de 1re classe.*
Didden (A.), *contrôleur de 2e classe.*

SERVICES COMPTABLES.

Magasin central.

M. Canoy (P.-M.), ✠, ✠, chevalier de 3e classe de l'Aigle Rouge de Prusse, *conservateur des approvisionnements* à Malines.

Conservation du timbre.

M. Frantzen (E.-C.-U.), *conservateur.*

Régie des chemins de fer de l'État.

MM. Grenon (J.), ✠, *directeur.*
Haenen (G.-S.-A.), *chef de bureau.*
Lebens (J.-L.), id.

Commission directrice des Annales des travaux publics.

Président : M. De Vaux, inspecteur général des mines.
Vice-président : M. Visschers, conseiller au conseil des mines.
Membres : MM. Bidaut, secrétaire général du ministère des travaux publics.
Fassiaux, directeur général des chemins de fer, postes et télégraphes.
Du Pré, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées.
Maus, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Poncelet, ingénieur en chef directeur à l'administration des chemins de fer de l'État.
Trasenster, professeur à l'université de Liége.
Frédérix, général honoraire d'artillerie.
Lamarle, professeur à l'université de Gand.
La Grange, lieutenant-colonel du génie.
Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Chandelon, professeur à l'université de Liége.
Stessels, lieutenant de vaisseau.
Vinchent, ingénieur en chef directeur des télégraphes, *secrétaire.*
Secrétaire adjoint : M. De Clercq, ingénieur des ponts et chaussées.

Commission des procédés nouveaux et des matériaux indigènes.

Président : M. **De Vaux** (A.), inspecteur général des mines.
Membres : MM. **Poncelet**, ingénieur en chef directeur à l'administration des chemins de fer de l'État.
Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Belpaire, ingénieur en chef à l'administration des chemins de fer de l'État.
Dedier, ingénieur des ponts et chaussées.
Vandersweep, ingénieur en chef à l'administration des chemins de fer de l'État.
Andries (Ch.), ingénieur des ponts et chaussées.
Secrétaire : M. **Vinchent**, ingénieur en chef directeur des télégraphes.

Conseil de la caisse des veuves et orphelins et conseil consultatif pour la collation des pensions de retraite.

Président : M. **De Vaux**, inspecteur général des mines.
Vice-président : M. **Groetars**, inspecteur général des ponts et chaussées.
Membres : MM. **O'Sullivan**, directeur à l'administration centrale du ministère des travaux publics.
Delfosse, inspecteur général des postes.
Eyckholt, inspecteur général des chemins de fer concédés.
De Meren, directeur des postes.
Maus, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Janssens, directeur à l'administration centrale du ministère des travaux publics.
Chicora, membre du conseil des mines.
Secrétaire : M. **Deflandre**, ingénieur des mines, membre suppléant.

TABLE

DES MÉMOIRES, RAPPORTS ET DOCUMENTS

CONTENUS

DANS LE 22e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Planches.
MÉMOIRES ET RAPPORTS.		
Mines. — Notice sur l'emploi du manomètre comme indicateur de l'aérage dans les mines, par MM. C. HAMAL et G. SCHORN, ingénieurs des mines.	5	I
— Coup d'œil sur l'exploitation de la houille en Angleterre et sur les derniers perfectionnements qui y ont été introduits, par M. G. LAMBERT, ingénieur des mines	41	»
— Nouveau système de fahrkunst, par M. F. FRANQUOY, ingénieur des mines	71	II
— De l'industrie du sel dans le Cheshire en Angleterre, par M. A. ROPS, élève de 4e année de l'école des arts et manufactures et des mines, annexée à l'université de Liége	83	III
Géologie. — Aperçu de la constitution du sol du Luxembourg, avec une indication sommaire des produits minéralogiques qu'il renferme, par M. C. CLÉMENT, ingénieur au corps des mines	121	IV
Constructions. — Nouvelle écluse de chasse construite à l'est du port d'Ostende, par M. L. CREPIN, ingénieur des ponts et chaussées.	181	V à IX
Matériaux de construction. — Note sur l'application des huiles créosotées à la préparation des bois, par M. C. COISNE, conducteur honoraire des ponts et chaussées, attaché à l'administration des chemins de fer de l'État pour la surveillance des chantiers de préparation.	193	»
Chemins de fer. — Nouveau système de croisement avec crossing en acier fondu, proposé par M. CLÉMENT MAUS, ingénieur honoraire des ponts et chaussées . .	205	X
Télégraphes. — Renseignements sur la télégraphie en Angleterre (juin 1864). Extraits d'un rapport de M. GIBBS, inspecteur, chef de service des télégraphes belges.	225	»
Constructions. — Système de construction employé pour l'exécution des fouilles et des maçonneries de		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Planches.
fondation de la pile n° 1, du viaduc de Salera (traversée des Pyrénées), par M. Ch. Lemaire, ingénieur honoraire des ponts et chaussées, directeur des travaux de la traversée des Pyrénées pour MM. Ernest Gouin et Cie.	241	XI
Mines. — Considérations sur le jaugeage et les frottements des courants d'air, par M. A. De Vaux, inspecteur général des mines	245	»
— Notice sur le creusement d'un puits à travers les terrains aquifères de la concession Ruhr et Rhein, près Ruhrort, par MM. A. Peltzer et A. Greiner, élèves-ingénieurs.	249	XII, XIII
Hydrographie. — Examen comparatif des eaux d'alimentation de la ville de Liége, par M. Alfred Philippart, ingénieur honoraire des mines.	283	XIV, XV
Artillerie. — Etude sur les effets des poudres vives et des poudres lentes dans les bouches à feu rayées, par M. Wynants, capitaine du génie	317	XVI, XVII
Mélanges. — I. Procédés de conservation et de préparation du bois.	359	»
— II. Bronze d'aluminium	363	»
— III. Matériaux de construction. Bétons agglomérés de M. Coignet.	364	»
— IV. Pisciculture. Instructions pratiques pour le repeuplement des cours d'eau	366	»
— V. Résumé du compte rendu des opérations des chemins de fer de l'Etat, pendant l'exercice 1863. . .	386	»
— VI. Principaux résultats de l'exploitation des chemins de fer concédés en 1862	398	»
— VII. Routes et voies navigables de Belgique.	400	»
— VIII. Industrie minérale de la Belgique en 1863. . .	404	»
— IX. Nouvelle forme de chaudières à vapeur.	409	XVIII
— X. Espace libre au-dessus des rails	409	XVIII
— XI. Etat approximatif du mouvement et de la recette des chemins de fer exploités par l'Etat, pendant l'année 1864.	410	»
— XII. Bibliographie.	414	»
— XIII. Loi contenant le budget du ministère des travaux publics pour l'exercice 1865	418	»
DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.		
Jurisprudence. — L'État est en droit de pratiquer des prises d'eau à la rivière de la Haine, notamment celle opérée à Jemmapes en dix-huit-cent quarante, pour l'alimentation et le service public de la navigation de son canal latéral de la Haine, sans devoir payer d'indemnité à. . . . pour le préjudice lui causé par la privation partielle ou même totale de la force motrice de son moulin établi sur cette rivière, à Boussu. - Jugement du tribunal de Mons du 18 juin 1859.	1	»
— Veuve Robette appelante l'État Belge. — 17 janvier 1865. — 1re chambre. — Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles du 17 janvier 1865.	9	»

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Planches.
— Le pouvoir judiciaire est incompétent pour connaître des contestations qui s'élèvent entre l'administration du polder et l'un des propriétaires de terrains compris dans le polder, concernant la part contributive de ce dernier dans la dépense des travaux d'entretien. — 1o Jugement du tribunal d'Anvers du 30 mai 1857. — 2o Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles du 12 février 1862. — 3o Arrêt de la cour de cassation du 2 mai 1863. — 4o Arrêté royal du 15 octobre 1864.	12	»
— Cour de cassation	30	»
— Jugement proclamant le principe que même dans l'intérieur des villes, les terrains longeant les rivières navigables sont grevés, sur une largeur de 9m,75, de la servitude de halage. — Jugement du 9 décembre 1864	35	»
— La perception de deux francs par tonneau sur les bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux et passant à l'écluse de Commines en descendant la Lys, n'est applicable qu'aux bateaux chargés de houille, de pierres ou de chaux de provenance belge. — Jugement rendu le 27 décembre 1864 par le tribunal de Bruxelles	42	»
Personnel	47	»

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 22e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

Appareils a vapeur. — Nouvelle forme de chaudières à vapeur, *p.* 409.

Artillerie. — Étude sur les effets des poudres vives et des poudres lentes dans les bouches à feu rayées, par M. Wynants, capitaine du génie, *p.* 317. — Tirs du canon rayé de 24 lançant des projectiles du poids de 29k,370 à la charge ordinaire de 2k,260 de poudre ordinaire, *p.* 327. — Tirs du canon rayé de 24 lançant à la charge de 2k,260 de poudres ordinaires, des obus pesant 29k,270 et des projectiles pleins pesant 36 kilogrammes, *p.* 340. — Tirs du canon rayé de 24 lançant des projectiles du poids de 29k,370 avec charges de poudres saxifragines, *p.* 343. — Tableau des vitesses et des tensions correspondantes à quelques points de l'âme pour les poudres essayées, *p.* 348.

Bibliographie. — *Belgique, p.* 414. — *Brunswick, p.* 414. — *France, p.* 415. — *Pays-Bas, p.* 417.

Budgets. — Budget du ministère des travaux publics pour l'exercice 1865, *p.* 418.

Canaux. — V. *Rivières et canaux.*

Chimie. — V. *Hydrographie.*

Chemins de fer. — Compte rendu des opérations des chemins de fer de l'État en 1863, *p.* 386. — État approximatif du mouvement et de la recette des chemins de fer exploités par l'État en 1864, *p.* 410.—Principaux résultats de l'exploitation des chemins de fer concédés en 1862.

Nouveau système de croisement avec crossing en acier fondu, proposé par M. Clément Maus, ingénieur honoraire des ponts et chaussées, *p.* 205. — Considérations générales, *p.* 206. — Du contre-rail, *p.* 210. — Avantages et inconvénients du crossing de terrassements considéré comme type particulier, *p.* 211. — Écrasement des abouts, *p.* 212. — Altération rapide des pieds-de-biche vers la partie coudée, *p.* 213. — Description du croisement proposé, *p.* 214. — Examen critique des divers types de crossing en usage, *p.* 220.

Espace libre au-dessus des rails, *p.* 409.

Constructions. — Nouvelle écluse de chasse construite à l'est du port d'Ostende, par M. L. Crepin, ingénieur des ponts et chaussées, *p.* 181.

Système de construction employé pour l'exécution des fouilles et des maçonneries de fondation de la pile no 1 du viaduc de Salera (traversée des Pyrénées), par M. Ch. Lemaire, ingénieur honoraire des ponts et chaussées, *p.* 241.

Écluses. — V. *Constructions.*

Géologie. — Aperçu de la constitution du sol du Luxembourg, avec une indication sommaire des produits minéralogiques qu'il renferme, par M. C. Clément,

ingénieur au corps des mines, p. 121. — Ardennes, Famenne, Condroz, Lorraine, p. 122. — Description des gîtes ferrifères de la partie méridionale du Luxembourg. Nature et usage des minerais qu'ils renferment, p. 132.

— V. *Hydrographie.*

HYDROGRAPHIE. — Examen comparatif des eaux d'alimentation de la ville de Liége, par M. ALFRED PHILIPPART, ingénieur honoraire des mines, p. 283. — Description géologique du sol de la ville de Liége, p. 289. — Galeries d'alimentation, p. 294. — Arènes, p. 296. — Analyse des eaux alimentaires de la ville de Liége, p. 298. — Conclusion, p. 311.

MACHINES A VAPEUR. — V. *Appareils à vapeur.*

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION. — Note sur l'application des huiles créosotées à la préparation des bois, par M. C. COISNE, conducteur honoraire des ponts et chaussées, attaché à l'administration des chemins de fer de l'État pour la surveillance des chantiers de préparation, p. 193.

Procédé de préservation et de préparation du bois, p. 359.

Bronze d'aluminium, p. 363.

Bétons agglomérés de M. Coignet, p. 364.

MINES ET MINERAIS. — Coup-d'œil sur l'exploitation de la houille en Angleterre et sur les derniers perfectionnements qui y ont été introduits, par M. G. LAMBERT, ingénieur des mines, p. 41. — Richesse des gisements anglais, p. 41. — Profondeur des puits, p. 42. — Câbles, p. 42. — Machines d'extraction, p. 43. — Chaudières à vapeur p. 43. — Exploitation et ventilation, p. 44. — Transport souterrain, p. 51.

Creusement d'un puits à travers les terrains aquifères de la concession Ruhr et Rhein, près Ruhrort, par MM. A. PELTZER et A. GREINER, élèves-ingénieurs des mines, p. 249. — Descente de deux tours en maçonnerie, p. 252. — Descente de revêtements en bois, en fer et en fonte, p. 254. — Descente d'un cuvelage en fonte par draguage, p. 265.

Nouveau système de Fahrkunst, par M. F. FRANQUOY, ingénieur des mines, p. 71.

Considérations sur le jaugeage et les frottements des courants d'air, par M. A. DE VAUX, inspecteur général des mines, p. 245.

Emploi du manomètre comme indicateur de l'aérage dans les mines, par MM. C. HAMAL et G. SCHORN, ingénieurs des mines, p. 5.

De l'industrie du sel dans le Cheshire en Angleterre, par M. A. ROPS, élève de l'école des arts et manufactures et des mines de Liége, p. 85. — Des dépôts salifères du Cheshire, p. 85. — Exploitation du sel gemme, p. 98. — Fabrication du sel, p. 104. — Commerce du sel, exportation, prix de vente, p. 114.

Industrie minérale de la Belgique en 1862, p. 404.

PISCICULTURE. — Instructions pratiques pour le repeuplement des cours d'eau, p. 366. — Division des poissons d'eau douce eu égard à leur utilité, p. 366. — Nature des eaux, en rapport avec celle des espèces, p. 367. — Époque des pontes et conditions au milieu desquelles elles se font, p. 368. — Multiplication des poissons par les procédés artificiels, p. 369. — Conditions des œufs et de la laitance propre à la fécondation, p. 369. — Procédés de fécondation artificielle, p. 370. — Transport des œufs fécondés, p. 373. — Incubation des œufs, p. 375. - Durée de l'incubation, p. 377. — Soins à donner aux jeunes poissons après la naissance, p. 378. — Moyens de transporter les jeunes poissons, p. 378. — Aménagements propres à favoriser les pontes naturelles, p. 380. — Ressources que peut offrir la société de pisciculture de Belgique pour le repeuplement des eaux avec des poissons de la famille des Salmonidés, p. 384.

PORTS. — Dépenses d'entretien et d'amélioration en 1862, *p.* 404.

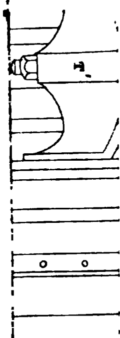
RIVIÈRES ET CANAUX. — Dépenses et recettes des voies navigables de Belgique en 1862, *p.* 401.

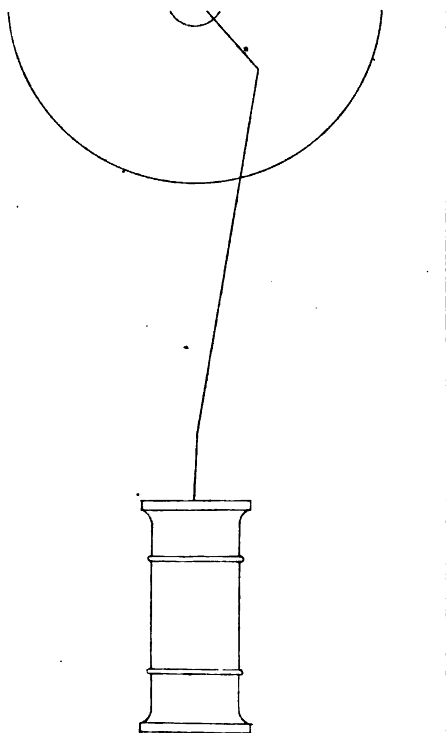
— V. *Pisciculture.*

ROUTES. — Développement des routes. Dépenses et produits des routes en 1862, *p.* 400.

TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES. — Renseignements sur la télégraphie en Angleterre (juin 1864). Extraits d'un rapport de M. GIBBS, inspecteur, chef de service des télégraphes belges, *p.* 225. — Lignes souterraines et sous-marines, *p.* 225. — Câble transatlantique, *p.* 232. — Lignes télégraphiques sur poteaux, *p.* 233. — Appareils télégraphiques. Système Hughes, *p.* 235. — Appareil Bonelli, *p.* 235. — Appareil magnétique de Wheatstone, *p.* 237. — Piles, *p.* 237. — Tubes pneumatiques, *p.* 237. — Tarifs télégraphiques, *p.* 238. — Timbres-télégraphes, *p.* 239. — Emploi des femmes dans la télégraphie, *p.* 239.

IN:

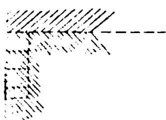


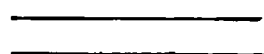


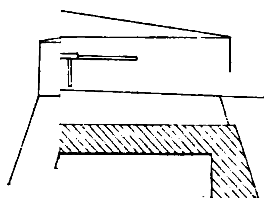
J, B, Blasseau Sculp. Imp de H. Borremans à Brux

EXPLOIT

PL . III.

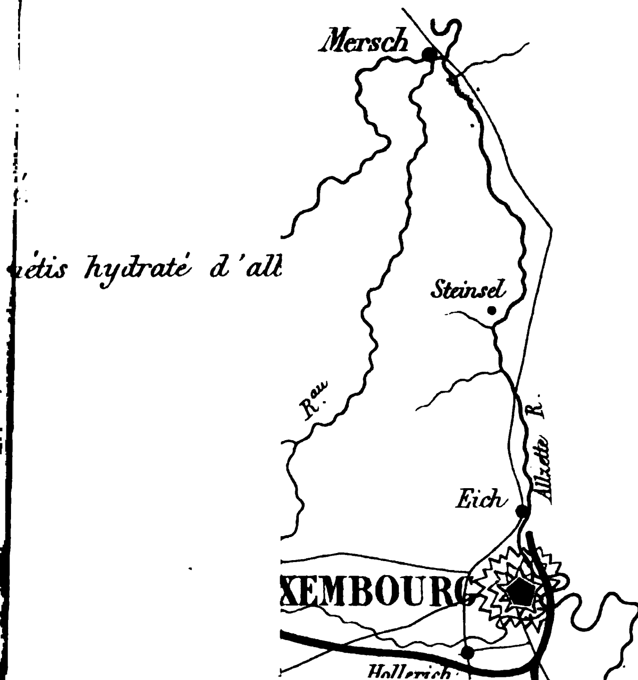






DES GÎTES ILUXEMBOURG.

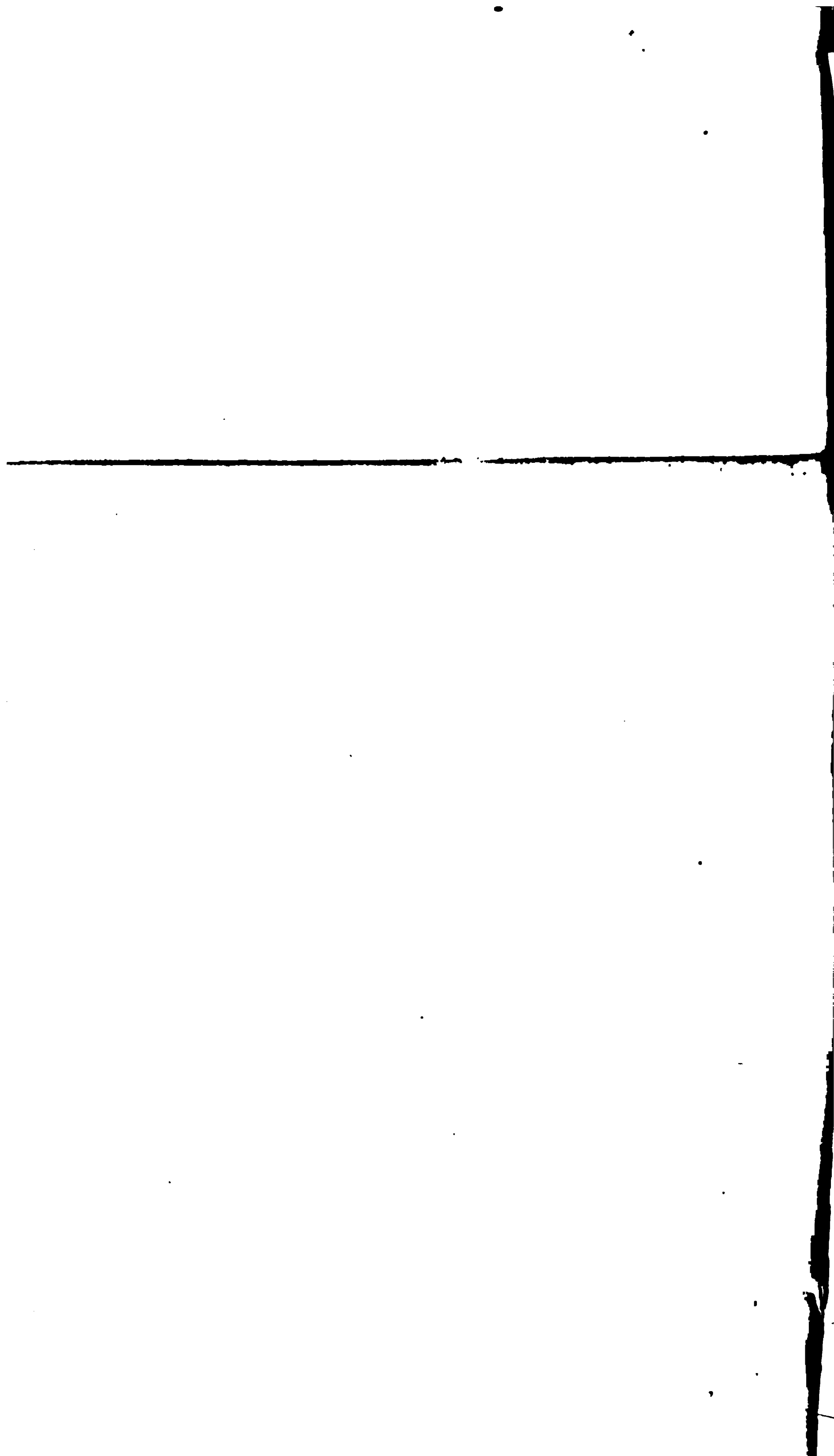
PL. IV.

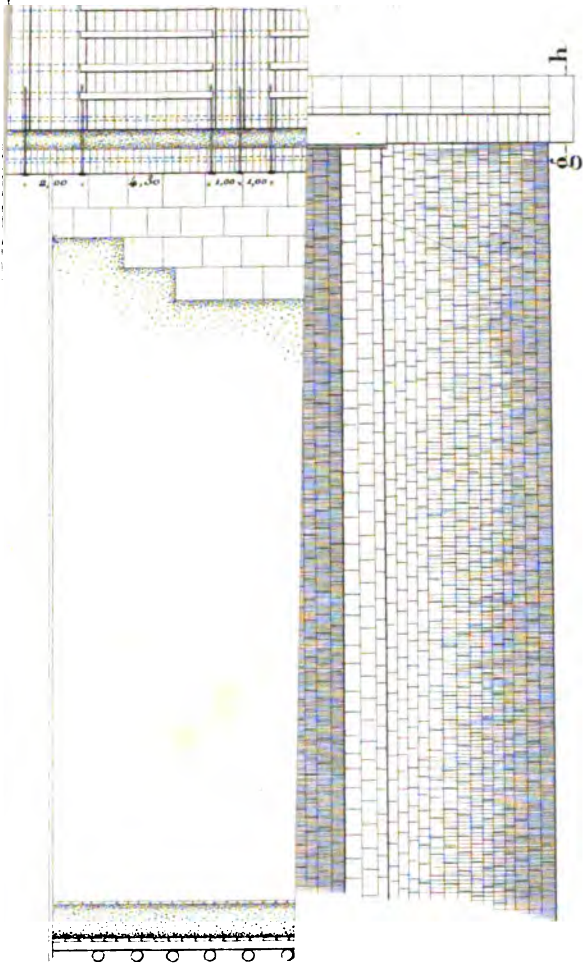


HAS

Plan G

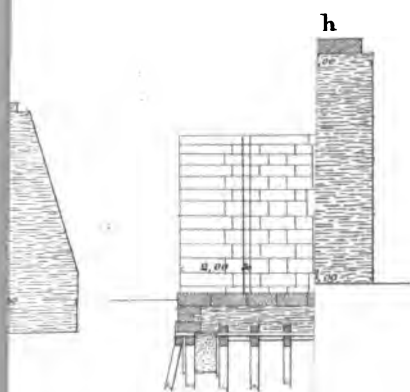
J.B. Hasseau Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.



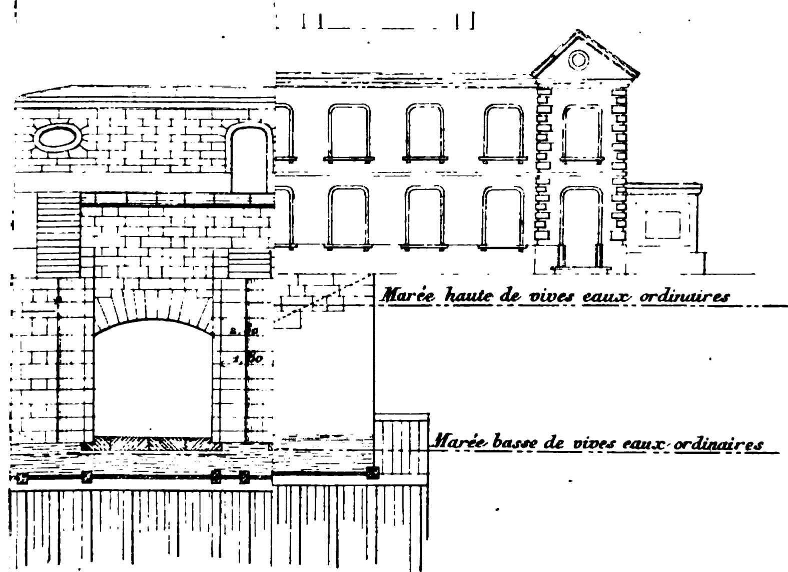


J.E. Blasseau Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.

Coupe ...



J.B. Blasseau Scalp. Imp. de H. Borremans à Brux.

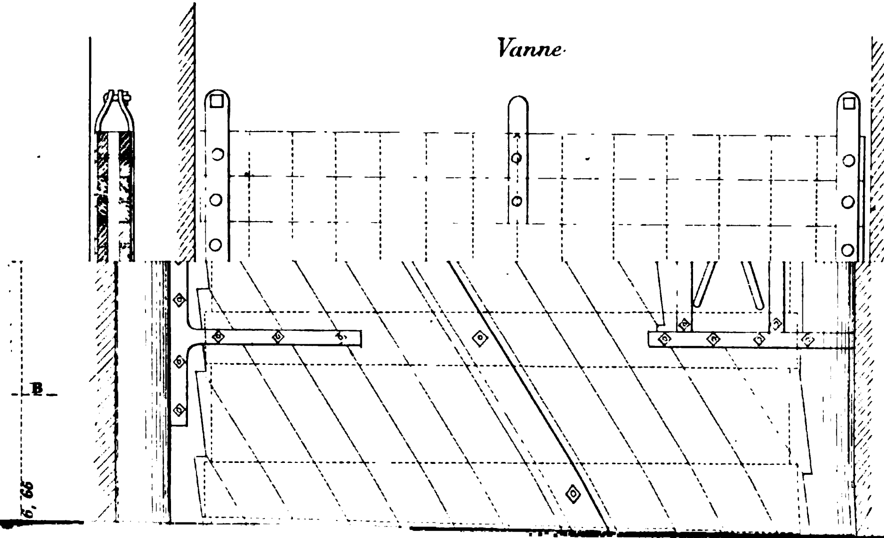


J.B. Blasseau Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.

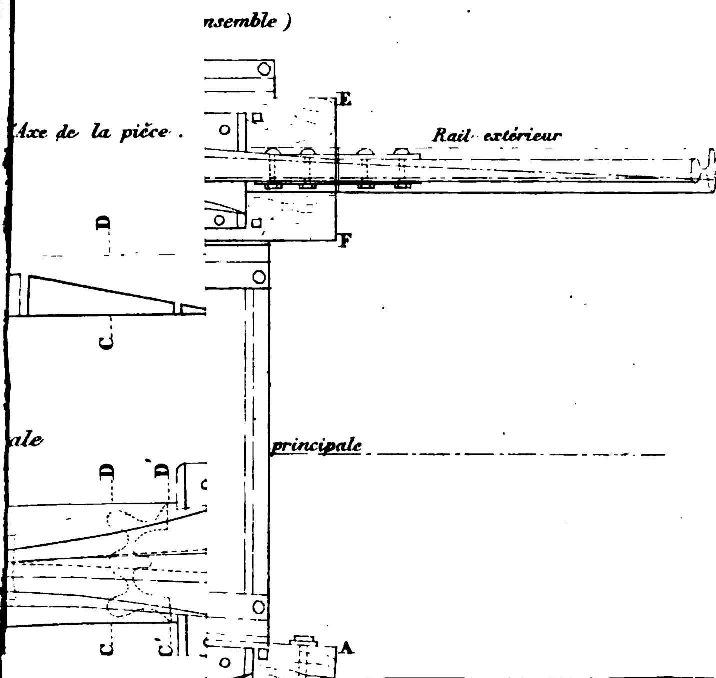
ASSE A L'EST DU PORT D'OSTENDE.

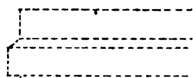
PL. IX.

et Vannes.



J. B. Blasseau Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.

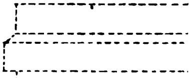

nsemble)
Axe de la pièce .
Rail extérieur
E
F
D
C
ale
principale
D
D'
C
C'
A



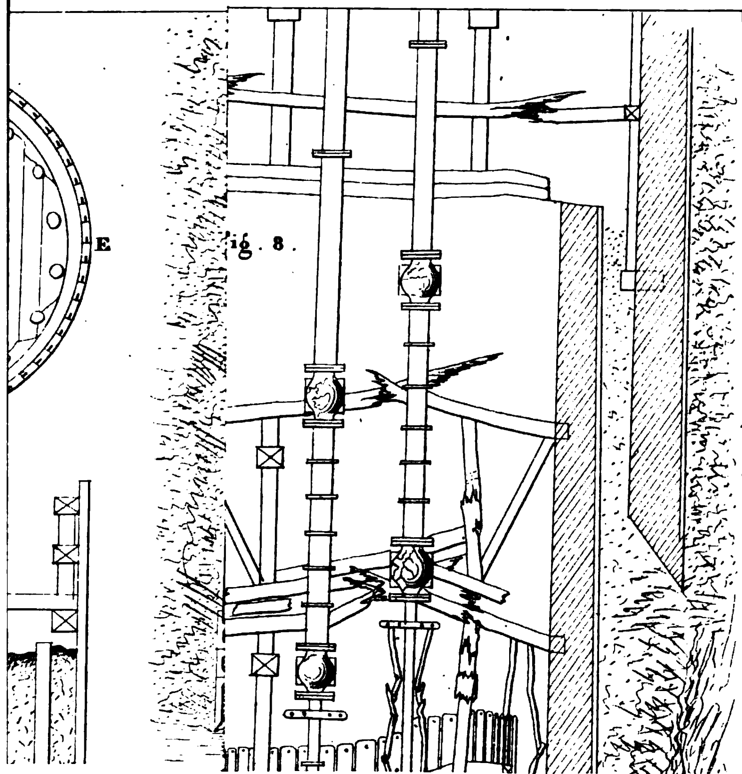
Coupe vertic

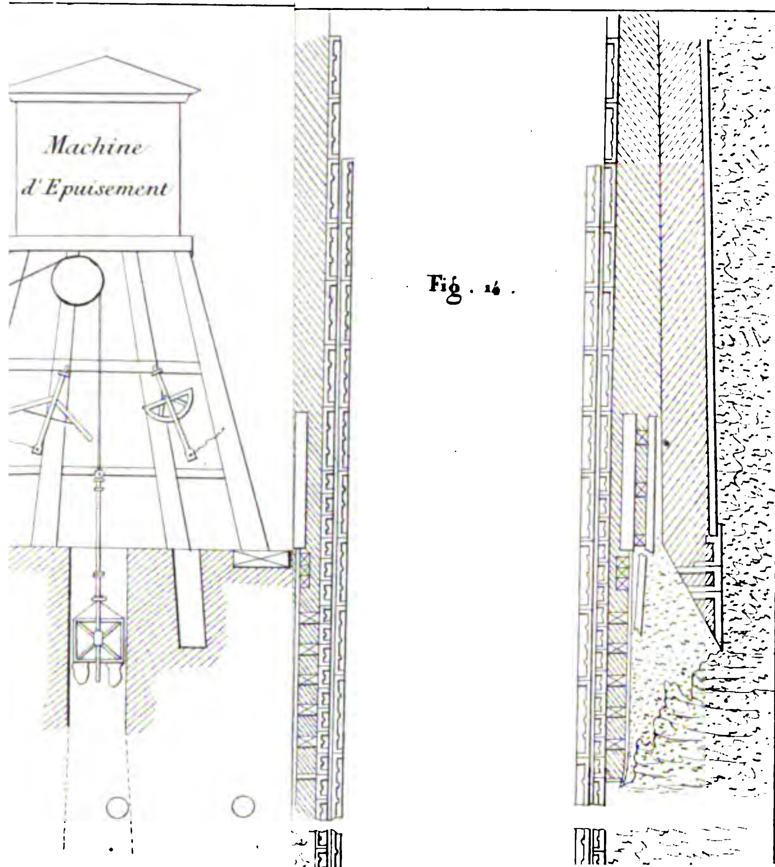
NDATIONS .(T

PL . XI .



Coupe vertic


MINES
PL. XII.
E
ig. 8.


Machine
d'Epuisement
Fig . 14 .

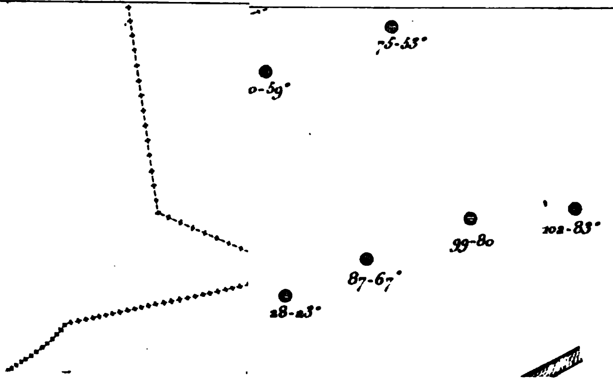
EAUX D'A

PL . XIV.

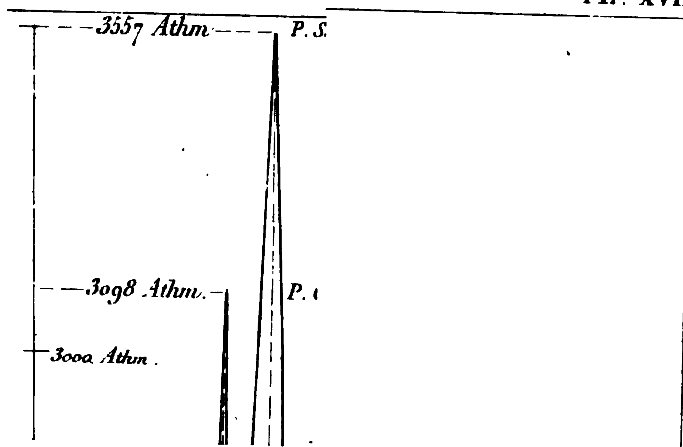


...ux pailleté alternant avec d...
...leur gris-vert .
...se et sans silex suivie...
...aie grossière à silex gris...
... smectique ou argile glau...
...uve des gyrolithes .
... au quartzite, schiste gris ou...

..EAUX D'AI PL . XV.



IQU


3557 Athm
P. S.
3098 Athm.
P. (
3000 Athm.

